2.

Nathusius.

Nathusius

Enveloppes de l'Œuf d'Oiseau

Ueber die Hüllen, welche den Dotter des Vogeleies umgeben.

Von

W. v. Nathusius (Königsborn).

Mit Tafel XIII — XVII.

Die Bedeutung der einzelnen Theile des Vogeleies ist schon in sehr verschiedener Weise aufgefasst worden. Die Meckel'sche Auffassung, nach welcher der Dotter desselben keineswegs dem Dotter des Säugethiereies entsprechen, sondern aus Zellen bestehen und das eigentliche Ei umhüllen soll[1]), dürfte m. E. durch die gründliche Arbeit Gegenbaur's über die Entwickelung des Eierstockeies der Vögel und einiger Reptilien[2]) vollständig beseitigt sein, wenn sie auch in neuern Arbeiten noch mit gewissen Modificationen nachklingt. Die Meckel'sche Theorie der Eiweissbildung dagegen, die doch nur ein nothwendiges Complement seiner Auffassungsweise des Dotters war, scheint im Ganzen in unerschütterter Geltung fortzubestehen. Leuckart reproducirt sie im Wesentlichen in dem Artikel »Zeugung« des Wagner'schen Handwörterbuchs, indem er ihr manche Einzelnheiten aus Coste, Histoire gener. et particul. du developpem. hinzufügt, anscheinend ohne ernstliche Bedenken. Diese Darstellung geht ungefähr dahin, dass Eiweiss und Schale morphologisch nicht zum eigentlichen Ei gehören, sondern aus Secreten des Eileiters entstehend, ihre Form und Structureigenschaften lediglich auf mechanischem Wege empfangen. Die übereinander gelegenen zahlreichen Schichten des Eiweisses sollen sich (nach Coste) in Form eines zusammenhängenden Bandes abrollen lassen. Die Con-

1) Diese Zeitschr. Bd. III, p. 420.

2) Reichert's Archiv. 1861. p. 491.

sistenz dieser Schichten soll nach innen zunehmen, die äusseren dünnflüssig, die inneren fast von membranöser Beschaffenheit sein. Mit diesen letzteren sollen die sogenannten Chalazen zusammenhängen (Coste). Die spirale Lagerung der Eiweissschichten soll sich durch eine schraubenförmige Bewegung des Eies im Eileiter erklären, indem es wahrscheinlich eine in demselben aus Drüsensecreten abgelagerte zusammenhängende Schicht »wie der Schnee von einer rollenden Lawine« bandförmig abwickelt.

Die in die Schalenhaut eingebetteten Schichten glasheller Fasern sollen »wohl nur das Secret besonderer Drüsen sein, das bei dem Hervortreten aus der Drüsenöffnung erstarrt, wie das Secret der Spinndrüse bei den Araneen und Insectenlarven.« An Eiern, deren Kalkschale durch Maceration entfernt ist, lasse sich, nach Meckel, die Schalenhaut in Form eines spiraligen von dem einen Pole bis zum anderen hinlaufenden Bandes abwickeln. Es sei dies wohl ein hinreichender Beweis, dass auch während der Absonderung der Schalenhaut die schraubenförmige Drehung des Eies noch fortgewährt hat.

Die literarische Bedeutung des Leuckart'schen Artikels über Zeugung ist so gross, dass diese kurze Erwähnung gerechtfertigt sein wird. Von der Coste'schen Arbeit habe ich leider keine Kenntniss nehmen können. Meckel ist, wie schon angedeutet, nicht für alles das obige verantwortlich; es ist wenigstens diese eigenthümliche Entstehung der Fasern der Schalenhaut in seiner eingangs citirten Arbeit nicht zu finden. Ueberhaupt dürfte es doch so liegen, dass es die Verhältnisse des Dotters sind, welche den Schwerpunct der Meckel'schen Arbeit bilden. Hier liegen, wenn auch die Schlussfolgerungen sich später als irrige gezeigt haben, wirkliche Beobachtungen und auf wissenschaftliche Methoden gegründete Untersuchungen vor, während über die Eiweissbildung nur ein Phantasiebild mit genialer Kühnheit hingeworfen ist. Jede Veranlassung zu demselben ist in Fortfall gekommen, nachdem der ganze Dotter des Vogeleies auf seine wahre Bedeutung als Eizelle zurückgeführt ist, da doch dann zunächst Schale und Eiweiss morphologisch, als organische Fortbildung des Dotterhäutchens erscheinen müssen, unbeschadet dess, dass der Stoff zu ihrem Aufbau auf Secrete des Eileiters zurückzuführen ist. Es erscheint fast als ein Unrecht gegen Meckel, nachdem mit seiner Auffassung des Dotters die naheliegende Veranlassung zu seinen hypothetischen Annahmen über die Eiweissbildung gefallen ist, die letzteren fortwährend so aufzufassen, als ob sie auf Erfahrungen und Untersuchungen begründet seien, wofür sie Meckel selbst, wie die Ausdrucksweise seiner Originalabhandlung ergiebt, nie ausgegeben hat.

H. Landois hat in einer neuerdings erschienenen Arbeit[1]) ohne sich mit der Frage von der Bedeutung des Dotters zu beschäftigen, an den Eiern zahlreicher Vogelspecies Untersuchungen über Schale und Schalenhaut angestellt und schliesst sich der Auffassung, nach welcher dieselben auch morphologisch ein äusserlich dem Ei angeheftetes Product des Eileiters sein sollen, ohne alle Bedenken an, wenn er auch in Einzelnheiten von Meckel abweicht. Seine Untersuchungsmethode besteht im Wesentlichen in der Zerstörung der Schale durch Behandlung mit Essig- oder Salzsäure, und Tinction der Trümmer mit Rosanilinnitrat. Er glaubt in den Fasern der Schalenhaut meist die Muskelzellen des Eileiters, wenn auch mit einzelnen Blutgefässen untermengt wiederzufinden, und ebenso in gewissen Residuen, welche die Zerstörung der Schalenstructur durch die genannten Säuren, allerdings mit ziemlicher Regelmässigkeit hinterlässt, die identischen »Uterindrüsen« des Eileiters. Der schon von Meckel behauptete starke Neubildungsprocess im Eileiter in den entsprechenden Bildungszeiten wird selbstverständlich als ein kräftiges Argument zur Stützung dieser Auffassungen herbeigezogen.

Man möge gestatten, dass auf diese Theorien mit näheren kritischen Erörterungen hier jetzt nicht eingegangen wird. Ich muss es als einen glücklichen Umstand betrachten, dass die Landois'sche Arbeit zu meiner Kenntniss erst nach Beendigung des wesentlichsten Theils meiner Arbeiten gelangte, wo zuverlässigere Untersuchungsmethoden der Eischale zu positiven Resultaten geführt hatten, deren Mittheilung und weitere Prüfung hoffentlich jede speciellere doch immer unerquickliche Polemik gegen die Landois'sche Auffassung als überflüssig erscheinen lassen wird. An den Verf. ist dadurch die Versuchung, sich bei den zweideutigen Erscheinungen, die bei Behandlung der Eischale mit Essigsäure eintreten, zu beruhigen, nicht herangetreten, denn das Thatsächliche der Landois'schen Beobachtungen an der Eischale kann er gern in den Hauptsachen bestätigen. Erst nachdem das Vorstehende niedergeschrieben, gelangt die ganz neue Arbeit von Blasius »Ueber Bildung, Structur und systematische Bedeutung der Eischale der Vögel«[2]) zu meiner Kenntniss. Sie hat das Verdienst, durch eine gründlichere Untersuchung der histologischen Verhältnisse des Eileiters in dieser Beziehung ein solides thatsächliches Material zu liefern. Blasius sieht sich danach genöthigt, die Meckel'sche und Landois'sche Auffassung der Schalenbildung zu verwerfen und kömmt auf die älteren

1) Die Eierschalen der Vogel in histologischer und genetischer Beziehung. Diese Zeitschr. Bd XV. 1865. p. 1.

2) Diese Zeitschr. Bd. XVII. 1867. p. 480.

Ansichten zurück, nach welchen die Schalenhaut und Schale, Producte der Drüsensecretion sind. Bei der Untersuchung der Schale hat Blasius leider auch den Zerstörungsprocess durch Säurebehandlung angewendet, und ist dadurch in falsche Bahnen gerathen. Zu welchen Abwegen diese führten, tritt so recht entgegen, wenn man den auf Taf. XIV. Fig. 7 dargestellten »idealen« Querschnitt der Strausseneischale mit der Wirklichkeit vergleicht, wie sie sich aus guten Schliffen der nicht zerstörten Schale ergiebt.

Von grosser Bedeutung für die vorliegenden Fragen sind die Beobachtungen Kölliker's an Fischeiern in der Abhandlung »Ueber secundäre Zellmembranen, Cuticularbildungen und Porencanäle in Zellmembranen.«[1]) Ob wirklich alle dort unter einen Gesichtspunct gestellten Gebilde als Analoga aufzufassen sind, darf hier unerörtert bleiben. Nur darauf soll aufmerksam gemacht werden, dass Kölliker am Fischei, speciell an Gasterosteus, Cobitis barbatula und Gobio fluviatilis nachgewiesen hat, dass die als Dotterhaut von Reichert bezeichnete Hülle, welche die jüngsten Eier zeigen, der Ausgangspunct für die Entwicklung allmählich in Länge und Breite wachsender Zöttchen ist. Diese Zöttchenhaut, die äusserste Lage des entwickelten Eies, ist die zuerst auftretende und muss unzweifelhaft als morphologisch zur ursprünglichen Eizelle gehörig betrachtet werden. Auf der inneren Seite dieser Zöttchenhaut, zwischen ihr und dem Dotter bilden sich die weiteren Verdickungsschichten der Eihülle mit den zierlichen Porencanälen die sie enthalten. Dass für diese Bildungsweise der Eihüllen die Bezeichnung als extracelluläre nicht präcis sein würde, ist wohl ohne Weiteres einleuchtend. Sie sind danach ein integrirender Theil der Zelle.

Dem entsprechend findet Agassiz[2]) bei dem noch grössere Analogien mit dem Vogelei darbietenden Schildkrötenei, dass sich zuerst die Schalenhaut um das Ei bildet, und das Eiweiss allmählich durch dieselbe infiltrirt. Also auch hier organisches Werden und keine Apposition fremdartiger Gebilde.

Bezüglich der Genesis der Schale dürfte noch eine Beobachtung erwähnenswerth sein, die ein starkes Argument für ihre Zugehörigkeit zur Eizelle ist. Bekannt ist dass die Eier der vor einer Reihe von Jahren vielfach eingeführten Cochinchinahühner sich durch eine röthlichgelbe Färbung der äussersten Schalenschicht von den rein weissen

1) Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. Würzburger Verhandlungen. Bd. VIII. Heft 1.

2) Contributions to the natural history of the United States o. A. Vol. 11. Embryologie of the turtle. Nach dem Citat in Henle's Jahresbericht für 1860.

Eiern des gewöhnlichen Haushuhns unterscheiden. Paarungen von Cochinchinahähnen mit gewöhnlichen Hennen sind damals oftmals vorgenommen und ich glaube mit Bestimmtheit beobachtet zu haben, dass die aus solchen Paarungen resultirenden Eier, wenn auch in schwächerem und verschiedenem Grade, jene charakteristische Färbung zeigten. Leicht erklärlich ist es, dass dieses eintritt, wenn das ganze Ei der befruchteten Eizelle entspricht, wären aber Eiweiss und Schale nur eine mechanische Umhüllung durch Secrete oder Gewebe des Eileiters, dann hätte die Befruchtung der gewöhnlichen Henne durch den Cochinchinahahn den ganzen Organismus der ersteren so wesentlich afficirt, dass auch die Secrete ihres Eileiters in einer solchen für die Cochinchinahenne charakteristischen Weise verändert wären. Eine Möglichkeit, die schwerlich zugegeben werden kann. Auf ältere Beobachtungen zurückzugehen, die nicht schriftlich niedergelegt sind, erfordert eine gewisse Vorsicht, namentlich dann, wenn ihre ganze Tragweite damals nicht zum Bewusstsein gekommen ist; zur Bestätigung meiner damaligen Beobachtung habe ich deshalb mehrfache Nachfragen bei Landwirthen, die ebenfalls früher solche Kreuzungen vorgenommen hatten, angestellt und in drei Fällen von zuverlässigen Personen die bestimmte Versicherung erhalten, dass die thatsächliche Richtigkeit der Beobachtung: dass die gewöhnliche Henne, wenn sie durch den Cochinchinahahn befruchtet wird, mehr oder weniger gelb gefärbte Eier legt, über allem Zweifel stehe.

Wenn ich nunmehr auf den Gang der eigenen Untersuchung eingehe, tritt zunächst das Eierstocksei des Huhns entgegen. Es erschien erforderlich, durch Autopsie ein Bild von der Beschaffenheit des Dotterhäutchens (Zona pellucida) beim älteren Eierstocksei zu gewinnen, um dasselbe mit dem Befund beim gelegten Ei vergleichen zu können. Der in siedendes Wasser geworfene und dann in Spiritus conservirte Eierstock eines frisch geschlachteten Huhnes war das Material zu dieser Untersuchung. Das älteste Ei war in gekochtem Zustande nicht rund, sondern länglich und etwas nierenförmig, mit 28 Mm. kürzestem und 35,5 Mm. längstem Durchmesser. Diese Dimensionen ergeben einen beträchtlicheren Rauminhalt, als ihn der freilich in seiner Grösse variirende Dotter vieler schon gelegter Hühnereier darbietet. Dieses Ei war also wohl in seiner Entwickelung der Reife ziemlich nahe. Das Stroma des Ovariums lässt sich leicht entfernen in Gestalt einer bindegewebigen Schicht von sehr wechselnder, aber doch im Ganzen unbeträchtlicher Dicke (4,0—8 Mmm.). Das so ausgeschälte Ei ist nun aber noch ausser dem Dotterhäutchen von einer starken und

mit Blutextravasaten oder Blutgefässen durchsetzten Schicht umhüllt, die ich als die Theca folliculi betrachten muss. Sie umschliesst mit ihren concentrischen Schichten das Ei vollständig, wie sich daraus ergiebt, dass sich dasselbe von ihr umgeben, leicht aus dem Eierstock ausschälen lässt. Auch Schnitte durch den Stiel, der den Follikel mit dem Eierstock verbindet, zeigen die auf dem Dotterhäutchen fest aufliegenden concentrischen Schichten dieser Kapsel. Die Begrenzung der Kapsel gegen das Dotterhäutchen bilden die Ueberreste des Follikelepithels oder der sogenannten Membrana granulosa. Dass bei den hier vorliegenden Entwickelungsstufen des Vogeleies dieses Epithel degenerirt und nur noch seine Reste vorhanden sind, ist von Gegenbaur a. a. O. nachgewiesen. Das sehr zarte Dotterhäutchen von dieser Eikapsel zu isoliren oder das Ei nur mit dem Dotterhäutchen bekleidet aus derselben zu lösen, gelang nicht. Allerdings liess sich, nachdem die Dotterkugeln mittelst eines Pinsels entfernt waren, von der innern Seite der Kapsel ein feines Häutchen mit der Pincette abziehen, Karmintinction zeigte aber auf demselben noch eine kernhaltige Schicht, die also dem Follikelepithel angehörte. Es sind gute Querschnitte durch die Kapselhaut erforderlich, um die Grenze zwischen Dotterhaut und Eikapsel mit Bestimmtheit bezeichnen zu können. Sie sind vom gekochten noch in der Kapsel befindlichen Ei, oder besser von der mit Glycerin getränkten Kapselhaut, nachdem der grösste Theil der Dottermasse vorsichtig entfernt ist, zwischen Hollundermark zu erlangen. Die ganze, wesentlich aus parallelen Bindegewebsschichten bestehende Eikapsel zeigte an solchen Querschnitten eine Dicke von 47 Mmm., das zarte Dotterhäutchen ca. 3,5 Mmm. (Taf. XIII. Fig. 1). Am deutlichsten werden die Präparate, namentlich in ihnen die Reste der Membrana granulosa, wenn sie mit Carmin gefärbt und dann mit verdünnter Essigsäure behandelt werden. Es tritt dann eine starke Quellung ein, am stärksten beim Dotterhäutchen, so dass dieses sich als eine wellig gebogene, durchsichtige, anscheinend homogene Schicht von den körnigen Resten der Membrana granulosa und der aus zahlreichen Lamellen bestehenden Eikapsel deutlich unterscheidet. Seine Dicke beträgt nun 8,6 Mmm. (Taf. XIII. Fig. 2).

In diesem Befund sehe ich keine befriedigende Uebereinstimmung mit dem was z. B. in dem schon erwähnten Leuckart'schen Aufsatz über Zeugung in Bezug auf das Eierstocksei des Vogels gesagt wird, dass nämlich das Ei frei in der Eikapsel liege (pag. 790, Anm. 2), das Dotterhäutchen eine beträchtliche Dicke habe und sich unbeschadet seiner Structurlosigkeit künstlich in mehrere Schichten zerlegen lasse, beim Hühnerei sogar körnig sei (pag. 788).

Mag es dahin gestellt sein, ob die Differenz nur in der Ausdrucksweise liegt, ob da, wo ein starkes in mehrere Schichten zerlegbares, oder gar wie von Coste (vergl. Leuckart pag. 782) aus verfilzten Fasern bestehendes Dotterhäutchen gesehen ist, nicht ein Theil der Eikapsel für das Dotterhäutchen genommen wurde; ob bei den gekochten Eiern, mit denen hier gearbeitet wurde, die Verhältnisse einigermaassen modificirt waren, oder ob endlich auch beim Eierstocksei spätere von mir nicht beobachtete Entwickelungsstufen bestehen, wo eine Schichtung und massenhaftere Entwickelung des Dotterhäutchens, die Fortbildung desselben zu den späteren Eihüllen einleitet —; jedenfalls musste auch ein so zartes Dotterhäutchen als ich gefunden habe, am gelegten Hühnerei noch nachweisbar sein, wenn es noch existirte. Dies ist nicht der Fall. Der Dotter des gelegten Eies wird durch ein sehr charakteristisches und bestimmt nachzuweisendes Faserhäutchen begrenzt, das mit dem Dotterhäutchen des Eierstockseies gar nicht verwechselt werden kann. Ohne das Dotterhäutchen kann der Dotter aber nicht in den Eileiter gelangen, da er sonst zerfliessen würde, und wenn er dort von anderweitigen Secreten einfach umhüllt würde, so müsste unter denselben das Dotterhäutchen nachgewiesen werden können. Dass an Stelle desselben complicirtere Bildungen auftreten, erscheint als ein starkes Argument dafür, dass sich die letzteren aus dem Dotterhäutchen entwickelt haben.

Die Betrachtung der verschiedenen Eihüllen soll mit der Schale beginnen. Ein eingehendes Studium ihrer interessanten und eigenthümlichen Structurverhältnisse wird nur durch Schliffe in den verschiedenen Richtungen ermöglicht. Die Anfertigung derselben bietet in der spröden und bröckligen Beschaffenheit der Schale Schwierigkeiten dar, die aber mit gewissen Hülfsmitteln zu überwinden sind. Die ersten Schleifversuche an Hühnereiern schienen wenig Hoffnung auf Erfolg zu bieten, dann wurden aber an der stärkeren Schale eines Schwaneneies so befriedigende und zugleich so interessante Resultate erreicht, dass zu der ca. 2 Mm. dicken Schale des Strausseneies übergegangen wurde. Mit der hierbei erfahrungsmässig ausgebildeten Methode sind denn auch an Hühnereiern befriedigende Resultate erlangt. Die Methode in der Kürze anzugeben, dürfte räthlich sein. Um die schwierigeren Querschliffe, d. h. senkrecht durch die Dicke der Schale, die ich der Kürze halber hier als Radialschliffe bezeichnen will, herzustellen, werden zunächst eine Anzahl Stücke der Schale, an denen sich die innere Faser- oder Schalenhaut noch befindet, einige Stunden in Terpentinöl gelegt, und nach oberflächlicher Entfernung des Terpentinöls mit einer reichlichen Schicht Canadabalsam vollständig über-

zogen. Nachdem sie in einer passenden Vorrichtung so lange erwärmt sind, bis der Canadabalsam bei gewöhnlicher Temperatur sich vollständig erhärtet zeigt, wird eine gewisse Anzahl der Stücke passend übereinander gelegt, wiederum erwärmt und fest zusammengedrückt. Nach dem Erkalten bilden sie dann eine einzige Masse, die man mit Vorsicht sägen, feilen und schleifen kann. Um eine gute Vereinigung der Stücke zu bewirken, ist es nicht allein räthlich, den Stücken vorher eine passende und etwas gleichmässige Form zu geben, sondern auch wesentlich, sie so auszuwählen, dass sie eine gleichmässige Wölbung besitzen. Selbstverständlich ist die Wölbung der Schale an verschiedenen Stellen des Eies auch eine sehr verschiedene. Bei den verhältnissmässig dünnschaligen Hühnereiern ist es räthlich bis 8 Stücken zu vereinigen, aber auch beim Straussenei ziehe ich es vor nicht weniger als 4 Stück übereinander zu legen. Bei allen noch zu erwähnenden Vorsichtsmaassregeln bleibt immer eine Tendenz des zu schleifenden Stücks an den Rändern sich in Fragmente aufzulösen, so dass die äusseren Stücke die inneren hiergegen schützen müssen. Auf ein so bequemes und rücksichtsloses Operiren, wie es die zähe Beschaffenheit der Knochensubstanz z. B. gestattet, ist von vornherein zu verzichten. Desshalb ist es auch bei den feineren und schwieriger zu behandelnden Schliffen nicht räthlich und meist nicht möglich, sie, nachdem beide Flächen geschliffen sind, von dem Glasplättchen, auf dem sie mit Canadabalsam befestigt waren, zu lösen. Nachdem erst durch Sägen, Feilen und Schleifen mit geschlämmten Schmirgel, was alles, des die Zwischenräume füllenden Canadabalsams wegen, mit Wasser zu geschehen hat, die eine Schlifffläche in befriedigender Weise hergestellt ist, wird diese mit etwas erwärmtem Canadabalsam, der vorher vollständig erhärtet war, auf demselben Objectträger befestigt, der für das fertige Präparat bestimmt ist. Es wird nun das Stück so weit abgesägt, dass nur ein Plättchen von 1—2 Mm. Dicke bleibt und dieses durch Feilen und Schleifen soweit als möglich verdünnt. Von dem fortschreitenden Resultate des Schleifens muss man sich durch Betrachtung unter dem Mikroskop von Zeit zu Zeit überzeugen, und die Operation rechtzeitig unterbrechen, da der Schliff, wenn sie zu weit geführt wird, plötzlich in Fragmente zerfällt. An diesen lassen sich dann freilich einzelne Details oft besser studiren, als an stärkeren unbeschädigten Schliffen, die mehr Uebersicht der Gesammtverhältnisse bieten. Das gereinigte und trockene Präparat wird nun mit etwas Terpentinöl befeuchtet, ein Tropfen dünnflüssigen, nach Umständen vorher erwärmten Canadabalsams darauf gebracht und auf diesen das gewärmte Deckglas. Ist es zum guten Einschluss erfor-

derlich, den ganzen Objectträger zu erwärmen, so muss diess mit der äussersten Vorsicht geschehen, denn bei etwas zu starker Erwärmung krümmen sich diese Schliffe, wohl infolge von Zusammenziehung der Faserhaut und zerfallen dadurch in Stücke.

Schliffe, deren Ebene senkrecht auf die Radien des Eies liegt, sind in mancher Beziehung leichter anzufertigen, aber auch hier ist die Tränkung mit Canadabalsam etc. sehr nützlich, um bei dünnen Schalen den Fragmenten mehr Festigkeit zu geben. Sie ist wesentlich nothwendig, wenn die Ebene des Schliffs so tief liegt, dass sie die Schalenhaut schneidet, da letztere sich sonst beim Schleifen in Fetzen ablöst. Solche tief liegende Schliffe sind aber erforderlich zum Studium der interessanten Schicht, wo sich die Schale mit der Schalenhaut verbindet. Die gewölbte Form der Schale bringt es mit sich, dass bei kleineren Eiern diese parallel einer Tangente liegenden Schliffe, für die deshalb der Kürze halber die Bezeichnung als Tangentialschliffe gestattet sein möge, durch sämmtliche Schichten der Schale gehen, wodurch sehr übersichtliche Präparate entstehen. Bei der stärkeren flacher gewölbten Schale des Strausseneies, wo dies nicht der Fall ist, können durch Anwendung des Deckglastasters Schliffe ermöglicht werden, deren Centrum in bestimmter Tiefe unter der Oberfläche der Schale liegt.

Die Schale des Strausseneies gestattet das eingehendste Studium und soll deshalb hier zunächst erörtert werden. Radiale Schliffe desselben (Taf. XIII. Fig. 3.) zeigen eine durchsichtige oder doch nur schwach getrübte Grundsubstanz, die von undurchsichtigen Schichten, welche der Oberfläche parallel liegen, durchzogen ist. Die undurchsichtigen Schichten bestehen aus feinen Körnchen. Letztere sind beim Straussenei unmessbar klein. Bei den Eiern von Möven und Alken sind sie grösser, liegen einzelner und zeigen sich auf feinen Tangentialschliffen bei starken Vergrösserungen als rundliche, sehr stark lichtbrechende Körner von 1,5 — 1,9 Mmm. Durchmesser, ohne jede Andeutung einer krystallinischen Form. Da sie bei Behandlung mit Säuren verschwinden, bestehen sie wohl aus Kalkverbindungen. In der durchsichtigen Grundsubstanz muss ich eine chemische Verbindung der verbrennlichen Bestandtheile mit den Kalksalzen sehen. Bei einer einfachen Ablagerung von Kalksalzen in das organische Gewebe könnte letzteres nicht durchsichtig bleiben. Dass aber in der Grundsubstanz der Eischale überall Kalkverbindungen vorhanden sind, zeigt neben vielem Andern ihre durchgängige Starrheit, und dass ebenso überall organische Substanz vorhanden ist, zeigt die Behandlung der Schliffe mit Chromsäure, wo die organische Sub-

stanz mit allen Formeigenschaften des Schliffes und mit einer zarten Structur, wie weiter erörtert werden wird, zurückbleibt[1]).

Gegen ihre innere Fläche zu wächst die Schale in eine grosse Zahl eigenthümlich gebauter Fortsätze aus. Dieselben sollen ihrer Form entsprechend, welche die Abbildungen ergeben, mit dem unpräjudizirlichen Namen der »Mammillen« bezeichnet werden. Sie senken sich mit knopfartig erscheinenden Enden in die Faserhaut der Schale ein. In dieser liegen aber ausserdem noch diesen Knöpfen ähnliche, kuglige Gebilde, die mit der Schale in keinem Zusammenhang zu stehen scheinen. Uebrigens erscheinen die Mammillen besonders beim Straussenei nach unten mehrfach verzweigt oder nach oben verschmolzen, so dass häufig eine Mammille in mehreren Knöpfen endigt. Die Zwischenräume der Mammillen bilden ein zusammenhängendes System von Hohlräumen, das nach innen mit der bekanntlich lufterfüllten Faserhaut der Schale, nach aussen mit den sogenannten Porencanälen derselben communicirt. Hier wäre noch auf den für die Structur der Schale sehr bedeutsamen Umstand aufmerksam zu machen, dass die undurchsichtigen Schichten, welche auch die Mammillen durchziehen, so angeordnet sind, dass die Querstreifen auch da, wo die Mammillen schon durch Zwischenräume getrennt sind, noch vollkommen correspondiren.

Bei günstigen Objecten und stärkeren Linsensystemen gewinnt man Anschauungen (Taf. XIII. Fig. 4 *A.* u. *B.*), aus denen deutlich hervorgeht, dass die Mammillen in verschiedene Säulen gegliedert sind, von denen ein Theil nur aus durchsichtiger Grundsubstanz ohne eingelagerte Schichten besteht, aber auch hier zeigt sich die Correspondenz der undurchsichtigen Schichten in den von ihnen durchzogenen Säulen (Taf. XIII. Fig. 4 *A.*). Tangentiale Schliffe der Schale zeigen in den verschiedenen Schichten sehr complicirte und nicht leicht zu deutende Verhältnisse.

1) Es ist wohl von Interesse, hier daran zu erinnern, dass bei der Grundsubstanz des Knochengewebes ein ganz ähnliches Verhältniss vorliegt, obgleich seine Bedeutung meist übersehen zu werden scheint, und häufig die Ausdrucksweise »Einlagerung von Kalksalzen« etc. gebraucht wird. Selbstverständlich braucht, trotzdem dass die Durchsichtigkeit und Homogenität der Grundsubstanz des Knochens das Vorhandensein einer chemischen Verbindung der Kalksalze mit den collagenen Substanzen beweist, die chemische Verbindung nicht in bestimmten Proportionen der Gesammtmasse gedacht zu werden. Es kommen eben vielfach Verbindungen zweiten Grades vor, die an bestimmte Proportionen nicht gebunden sind, sich aber doch von blossen Mengungen bestimmt unterscheiden. In flüssigen Zuständen der Materie als Auflösungen bezeichnet, bieten bei festen Körpern die Metalllegirungen ein Beispiel derselben dar.

Taf. XIII. Fig. 5 zeigt die in die Faserhaut eingesenkten Knöpfchen und die unmittelbar über der ersteren liegenden Schichten der Mammillen. Der Vergleich mit Fig. 4 *B.* wird diese Zeichnung am besten erläutern. Die Gruppen von dunkeln Streifen machen den Eindruck von Krystallnadeln[1]). Sie scheinen in einer Ebene und zwar in derjenigen, welche der Oberfläche der Schalenhaut entspricht, zu liegen, denn nur in den allergelungensten und zartesten Radialschliffen (Taf. XIII. Fig. 4 *B.*) sieht man hier eine flache dunkle Schicht, die ihnen entsprechen muss, und welche das Knöpfchen in zwei Halbkugeln theilt. Die obere derselben ist concentrisch von undurchsichtigen Schichten umgeben. Diese undurchsichtigen Schichten erfüllen etwas weiter nach oben den centralen Theil der Mammillen, indem sich radiale Streifen nach der Peripherie hinziehen (Taf. XIII. Fig. 6 *b.*). Dann löst sich dieser Kern in mehr oder weniger regelmässige dreieckige Säulen auf, zwischen denen durchsichtige Grundsubstanz auftritt (Taf. XIII. Fig. 6 *a.*). Der vielfach variirende, immer aber canalirte Querschnitt der Mammillen ist ebenfalls aus Fig. 6 zu ersehen.

Taf. XIV. Fig. 7 zeigt, wie die Abgrenzung der Mammillen gegen einander anfängt undeutlich zu werden, und die dunkeln Dreiecke sich vergrössern. Bei Fig. 9 sind letztere so weit verschmolzen, dass von Grundsubstanz ohne undurchsichtige Schichten nur noch isolirte Stränge vorkommen. Auch die Mammillen sind so verschmolzen, dass ihre Contouren nicht mehr nachweisbar sind, und das Lückensystem ist nicht mehr zu verfolgen.

1,67 Mm. unter der Oberfläche, also etwa 0,8 der ganzen Dicke der Schale entsprechend, zeigt der Tangentialschliff nur noch eine durch undurchsichtigen Ablagerungen, abgesehen von den dunkleren Begrenzungen der hier auftretenden Porencanäle, ziemlich gleichförmig marmorirte Fläche (Taf. XIV. Fig. 10 u. 11.). Radialschliffe weisen zwar nach, dass die dunkeln Schichten keine sehr grosse Ausdehnung haben, da aber die ganz durchsichtigen Säulen hier aufgehört haben, und die Tangentialschliffe doch immer so dick sind, dass zahlreiche

1) Dass diese Gruppen von dunkeln Strichen Krystallnadeln (Phosphors. Kalk?) sind, wage ich nicht zu bestreiten, da sie diesen Eindruck auf geübte und unbefangene Beobachter, denen ich die betreffenden Präparate vorlegte, machten; ich kann aber nicht verschweigen, dass sie mir bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen und beim Heben und Senken des Tubus mehr den Eindruck von Lücken in der Grundsubstanz der Mammillen machen. Es scheint zuweilen auch, als ob sie sich in die Fasern des Schalenhäutchens fortsetzten. Ich halte es nicht für unmöglich, dass sie nur die von den Mammillen eingeschlossene und incrustirte oberste Schicht der Fasern des Schalenhäutchens sind. So muss ich ihre Krystallnatur wenigstens zweifelhaft lassen.

dunkle Schichten zur Anschauung kommen, decken sich diese gegenseitig.

Es liegt nun anfangs sehr nah, in den Dreiecksformen, welche die dunkeln Felder der Fig. 7 z. B. zeigen, krystallinische Bildungen sehen zu wollen, diese Täuschung schwindet aber schnell, wenn sich bei Anwendung starker Linsensysteme diese Dreiecke in Schichten körniger Substanz ohne scharfe Begrenzung auflösen. Findet man nun aber an den Rändern ganz feiner Tangentialschliffe, wo diese zu zerfallen beginnen, aus etwas höher liegenden Schichten der Schale Bilder wie sie die Fig. 8 (Taf. XIV.) darbietet, so muss wieder der Gedanke an krystallinische Bildungen sich aufdrängen. Trotzdem muss bezweifelt werden, dass er ein gerechtfertigter ist. Dass hier wirkliche Krystalle vorliegen sollten, weiss ich mit dem Befunde an den Radialschliffen in keiner Weise zu vereinigen. Letztere (Taf. XIII. Fig. 4 *A* u. *B*.) beweisen, dass es sich bei Fig. 8 um die Querschnitte säulenförmiger Gebilde handelt, welche an ihrer Peripherie vollständig durchsichtig in ihrem centralen Theil von correspondirenden Parallelschichten körniger Ablagerungen durchzogen werden. Diese säulenförmigen Gebilde gehen nach unten in Formen über, die nichts krystallinisches verrathen, und die Behandlung mit Chromsäure weist in ihnen, wie weiterhin gezeigt werden wird, die deutlichen Spuren einer zarten Structur nach, die für organische Gebilde bezeichnend ist. Für solche also scheinen sie mir vorläufig gehalten werden zu müssen, trotz der eckigen Begrenzung ihres Querschnitts. Organische Gebilde nehmen häufig in gedrängten Lagen noch regelmässigere mathematische Formen an. Es sei z. B. an die Schmelzprismen des Zahns und die Fasern der Krystalllinse erinnert. Dass aber der Umstand, dass die Grundsubstanz der Schale aus einer Verbindung besteht, in der Kalksalze eine so wesentliche Rolle spielen, von entscheidendem Einfluss auf die Entstehung dieser krystallähnlichen Formen ist, erscheint sehr plausibel. Man könnte sogar die Hypothese aufstellen, dass, wenn in organischen Gebilden erdige Bestandtheile in so überwiegender Menge auftreten, wie in der Eischale, Formen der Materie entstehen, die eine Uebergangsstufe zwischen Krystallisation und Organisation bilden. Doch ist hier vor der Hand zu Hypothesen keine genügende Unterlage geboten. Gerade der vorliegende Gegenstand der Untersuchung hat zur Genüge gezeigt, wie gefährlich voreilige Hypothesen sind. Die vorliegende Arbeit muss sich leider meist auf die trockne Aufgabe beschränken, dem so lange verkannten thatsächlichen Befunde zu seinem Rechte zu verhelfen. Wir haben es hier mit der intimen Organisation der einzelnen Zelle oder vielmehr gewisser Zellen zu thun. Es ist dies ein

Gebiet, wo der so werthvolle Leitfaden der Analogie so gut wie gänzlich fehlt, also Vorsicht in den Schlussfolgerungen um so mehr geboten ist. Die präcise Beobachtung der fortschreitenden Entwickelung der Schale an grösseren Eiern wird nothwendig sein, um festere Anschauungen zu gewinnen, und die Feststellung des Befundes an fertigen Eiern ist nur die allerdings unumgängliche Vorbereitung für solche Untersuchungen.

Das Oberhäutchen der Schale differenzirt sich beim Straussenei ziemlich deutlich von letzterer. Es überzieht das Ei mit einer glänzenden, gelblichen, glasurartigen Schicht von grosser Härte, in welcher schon bei auffallendem Licht und schwacher Vergrösserung, namentlich nach eindringender Carminfärbung, ein System von Haarrissen sich zeigt, welches den Glasurrissen der Töpferwaaren nicht unähnlich ist. Taf. XIV. Fig. 12 zeigt dieselben bei *a*, wo der Schliff einen Theil des Oberhäutchens ziemlich intact gelassen hat. Radiale Schliffe zeigen das Oberhäutchen als eine 36 Mmm. starke, durchsichtige Schicht, deren Oberfläche sich in Carmin schwach röthet, und die im übrigen eine zarte horizontale Schichtung besitzt (Taf. XV. Fig. 13.) und durch eine feine Grenzlinie von der übrigen Schale gesondert erscheint. Diese Schichtung und Begrenzung lassen übrigens nur starke Objectivsysteme wahrnehmen, und da das darunter liegende Stratum auch ziemlich durchsichtig ist und deutliche Schichten undurchsichtiger Körner erst tiefer auftreten, erscheint das Oberhäutchen bei schwachen Vergrösserungen von verhältnissmässig stärkeren Dimensionen. Auffallend ist es, dass das Oberhäutchen bei Schliffen, die in Glycerin gelegt sind, eine senkrechte, statt einer horizontalen Schichtung zeigt; als Andeutung einer in beiden Richtungen gleichzeitig vorhandenen Structur. Noch deutlicher wird diese auf die Oberfläche senkrecht gerichtete Structur, wenn die Schliffe in Kalilauge gekocht und dadurch corrodirt werden. Es erstreckt sich übrigens dieses Verhältniss auf die ganze Schale, worauf späterhin zurückzukommen sein wird.

Die Porencanäle des Strausseneies besitzen die Eigenthümlichkeit, dass sie nicht einzeln stehen. In den Grübchen der Oberfläche, welche dem unbewaffneten Auge so deutlich entgegen treten, münden ganze Gruppen von Canälen. Taf. XV. Fig. 14 zeigt eine solche Gruppe in dem Schnitte der in der Richtung der Canäle liegt, Taf. XIV. Figg. 10, 11 und 12 Querschnitte solcher Gruppen aus verschiedenen Tiefen. Das weitere der Demonstration der Zeichnungen überlassend bemerke ich nur, dass sich die Canäle nach oben verzweigen, dann aber in einem System von Spalten oder Rinnen enden, und dass nach unten mit Abnahme der Zahl das Lumen beträchtlich zunimmt. Da es nicht gelang, den

Zusammenhang der Hohlräume, die sich in den tieferen Schichten der Schale durch die Verbindung der Canäle bilden, mit dem Lückensystem zwischen den Mammillen in überzeugender Weise darzuthun, ist eine Reihe von Versuchen angestellt, in welcher die Permeabilität der Schale bei mässigem Druck, für Wasser und Luft unter verschiedenen Modificationen geprüft ist. Der einfache Apparat bestand in einer Glasröhre von 0,622 M. Länge und 16 Mm. Durchmesser. Auf das eine Ende wurden passende Stücke der Schale mit Siegellack luftdicht in der Art befestigt, dass das Oberhäutchen nach aussen war. Der grösscre Theil des Faserhäutchens war durch feuchtes Abreiben entfernt. Je nachdem nun bei mit destillirtem Wasser gefüllter Röhre das durch die Schale verschlossene Ende nach unten oder nach oben gebracht wurde, wobei letzteren Falles das andere Ende in Wasser tauchte, konnte in verschiedener Richtung ein Druck angewendet werden, der bis zu dem einer Wassersäule von 0,6 M. ging. Auch konnte bei nur mit Luft gefüllter Röhre das offene Ende derselben in ein grösseres Wassergefäss getaucht werden.

Das erste überraschende Resultat war, dass die Eischale unter dem Druck dieser Wassersäule und bei 24stündiger Dauer des Versuchs sich für Wasser vollständig undurchdringlich zeigte. Auch wenn die Schale nach oben gekehrt und die Röhre mit Wasser vollständig gefüllt war, zeigte sich nach 24 Stunden durchaus kein Sinken der Wassersäule, es war also auch keine Luft durch die Schale gedrungen. Ganz frische gut mit destillirtem Wasser gereinigte Hühnereischalen gaben dasselbe befremdliche Resultat. Wurde dagegen, während das durch die Schale geschlossene Röhrenende nach oben war, die Röhre theilweis und so mit Wasser gefüllt, dass die Eischale trocken blieb, so sank der Wasserspiegel in der Röhre sehr schnell, und umgekehrt drang das Wasser schnell in die Röhre ein, wenn letztere nur mit Luft gefüllt in ein Wassergefäss gesenkt wurde. Dieses fand gleichmässig beim Straussenei und beim Hühnerei statt. Es ist also in trockenem Zustande die Eierschale allerdings, wie zu erwarten stand, für Luft leicht durchdringlich.

Wurde von der Strausseneischale die innere Fläche bis auf $^2/_3$ der ganzen Dicke abgefeilt, so blieben dieselben Resultate. Wurde dagegen die äussere Fläche abgefeilt, so genügte eine Wassersäule von wenigen Zollen, um das Wasser sofort in Tröpfchen durch die Schale dringen zu machen.

Somit ergiebt sich dass:

die Porencanäle mit dem Lückensystem der Mammillen frei communiciren, dass dagegen:

an ihrer äusseren Mündung ein Hinderniss vorhanden ist, welches den Durchgang des Wassers und wenn die Schale feucht ist, auch den der Luft verhindert.

Hiernach wird es gerechtfertigt sein, den Taf. XIV. Fig. 12 dargestellten ganz flachen Tangentialschliff dahin zu deuten, dass die Spalten, in welche die Porencanäle münden, durch die äusserste sich in Carmin röthende Schicht des Oberhäutchens geschlossen sind. Um dieses Verhältniss noch klarer zu stellen, muss auf das was andere Eier darbieten, schon hier eingegangen werden.

Das Puterei ist mit einem bräunlich gefleckten firnissartig glänzendem Ueberzuge versehen, der sich in Carmin intensiv röthet. Taf. XV. Fig. 15 zeigt einen ganz flachen Tangentialschliff einer so gefärbten Putereischale. Man sieht hier ganz deutlich, wie diese geröthete Schicht sich über die Mündungen der Porencanäle hinwegzieht, hier aber wohl durch die Austrocknung, welche das Einlegen des Präparats in Canadabalsam in besonders hohem Grade bewirkt, Sprünge oder Risse bekommen hat. Die Schliffe durch Porencanäle machen häufig den Eindruck, dass die Canäle nicht ganz leer, sondern mit irgend einer, wenn auch durchsichtigen Masse gefüllt sind. Es giebt nun Eier, welche statt des Oberhäutchens nur eine starke Pigmentschicht zeigen, die, wenn sie frisch gelegt sind, weich ist und sich abreiben lässt. Bei solchen Eiern dringt diese Pigmentschicht bei einem Theil der Porencanäle tief ein, wie Taf. XV. Fig. 19 zeigt. Taf. XVI. Fig. 20 giebt die Querschliffe von solchen mit Pigment theilweise gefüllten Porencanälen.

Es dürfte also dieses ganze Verhältniss so aufzufassen sein, dass dieselbe Schicht, welche das Ei äusserlich überzieht, und über die Mündungen der Porencanäle hinweggeht, auch in dieselben eindringt, sie auskleidet und mehr oder weniger ausfüllt und so in feuchtem, gequollenem Zustande einen Verschluss bildet, während sie in trockenem, geschrumpftem Zustande den Durchgang der Luft und solcher Flüssigkeiten, welche sie nicht zum Quellen bringen (z. B. Terpentinöl) gestattet. Ob diese Masse nur ein formloses Secret oder eine organisirte Membran ist, muss hier unentschieden bleiben.

Was die Schalen einiger anderer von mir untersuchter Eier betrifft, so darf wohl, um ermüdende Beschreibungen zu vermeiden, auf die in den Taf. XV. Fig. 16—19 und Taf. XVI. Fig. 21 gegebenen Abbildungen von Radialschliffen verwiesen werden. Sie sind sämmtlich in demselben Grössenverhältniss gezeichnet. Bemerkt sei nur, dass eine so regelmässige und zarte schichtenweise Ablagerung der undurchsichtigen Bestandtheile der Schale wie beim Straussenei, sich bei keinem derselben findet. Wenn diese Schichtung beim Schwanenei (Taf. XVI.

Fig. 21.) ganz besonders verwischt zu sein scheint, so muss erwähnt werden, dass die zur Disposition stehende Schale desselben von einem nicht ausgekommenen und gänzlich in Fäulniss übergegangenen Ei herrührte. Es könnte sehr wohl sein, dass dies auch auf die Textur der Schale eingewirkt hat, obgleich das Faserhäutchen durch die Fäulniss kaum afficirt erschien. Uebrigens wird später gezeigt werden, dass durch Behandlung mit Chromsäure in der Schale des Schwaneneies im Wesentlichen dieselbe intime Structur als beim Straussenei nachgewiesen werden kann. Es ist also jedenfalls das Fehlen des scharfen Wechsels zwischen den durchsichtigen und den undurchsichtigen Schichten des letzteren, kein Beweis einer wesentlich anderen Structur. Das Oberhäutchen stellt sich als der variabelste Theil der Schale heraus. Während es beim Straussenei, wie gezeigt worden, von fast glasartiger Härte und Sprödigkeit ist, zeigt es beim Puter- und Hühnerei eine biegsame, pergamentartige Natur, denn bei gesplitterten Schliffen kann man verfolgen, wie es nicht gebrochen ist, sondern sich biegt, und so die Fragmente noch zusammenhalten kann.

Bei den Möveneischalen, mit denen ich operirte, tritt das Oberhäutchen so in den Hintergrund, dass es an Radialschliffen gar nicht mit Bestimmtheit nachweisbar ist. Diese Schalen waren allerdings auf den Dünen von Sylt in Stücken aufgesammelt und mochten durch atmosphärische Einflüsse etwas gelitten haben; aber auch bei einem wohlconservirten Ei von Alca troile war ein dem der hühnerartigen Vögel ähnliches Oberhäutchen nicht nachzuweisen und findet sich statt dessen nur eine Pigmentschicht ohne scharfe Contouren, die, wie man sagt, am frischen Ei leicht abreibbar sein soll. Auch am Elsterei sehe ich auf Radialschliffen der Schale nur einen ganz zarten Saum, der keine Kalkkörnchen enthält, sich aber übrigens nicht von den anderen Schichten der Schale abgrenzt.

Dass Präparate von der dünneren Schale der kleineren Eier andere Bilder bieten, als die des Strausseneies, wird schon dadurch veranlasst, dass erstere relativ nicht von derselben Feinheit herzustellen sind; einerseits treten doch aber starke Analogien hervor, während andererseits bestimmte Abweichungen bestehen. Tangentialschliffe zeigen bei allen von mir untersuchten Schalen[1]) eine wesentliche Uebereinstimmung in Gestalt und Natur der Mammillen, während ihre Dimensionen allerdings sehr verschieden sind. Die beim Straussenei erwähnten,

1) Tangentialschliffe besitze ich ausser dem Straussenei vom Schwan, Puter, Haushuhn, Fasan (Ph. colchicus), Hausente, Möve, Alk und Elster. Da sie weniger charakteristisch sind als die Radialschliffe, gebe ich keine Abbildungen derselben, um die Zahl der letzteren nicht zu gross zu machen.

möglicherweise als Krystalle zu deutenden dunkeln Striche, in derjenigen Schicht der Mammillen, die der Oberfläche der Faserhaut entspricht, finde ich beim Schwanenei und Hühnerei, wenn auch weniger deutlich und scharf wieder. Dass sich in gewissen Schichten der Schale bei Radialschliffen die undurchsichtigen körnigen Einlagerungen als dreieckige oder aus Dreiecken combinirte Flächen zeigen, findet sich sehr entschieden auch beim Schwanenei, beim Hühnerei, beim Mövenei und beim Alkei; während sich aber diese Dreiecke beim Schwanen- und Hühnerei nur in solchen tieferen Schichten darboten, wo die Mammillen noch deutlich gesondert sind, treten sie im Gegentheil bei der Möve und beim Alk nur in den alleräussersten Schichten dicht unter der Oberfläche auf. Die Höcker, die Taf. XV. Fig. 19 an derselben zeigt, sind es, die beim Tangentialschliff diese dunkeln körnigen Dreiecke sehr schön zeigen. Bei ganz flachen Schliffen geben sie, von der sich einsenkenden Pigmentschicht umsäumt, ein sehr zierliches Bild.

Dass diese undurchsichtigen Kalkkörner von sehr verschiedener Grösse sind, ist schon erwähnt. Bei Möve, Alk und Elster sind sie grösser als beim Straussenei, namentlich in den oberen Schichten; bei Puter, Ente, Huhn und Fasan sind sie dagegen so fein, dass manche Präparate in Zweifel über das Vorhandensein isolirter Körner lassen würden. Es sind ganz feine Schliffe und starke Vergrösserungen erforderlich, um sie nachzuweisen. Die Art und Weise, wie diese undurchsichtigen Körnermassen in der Schale und namentlich in den Mammillen vertheilt sind, ist eine sehr abweichende, wie die Zeichnungen der Radialschliffe zur Genüge zeigen. Dem entsprechen auch die verschiedenen Bilder, welche die Tangentialschliffe bieten. Bei der Möve und dem Alk, wo die Spitzen der Mammillen durchsichtig und die darüber liegende Schicht fast ganz undurchsichtig ist, wird dadurch die Bildung der Mammillen auf den Tangentialschliffen viel weniger deutlich. Bei der Elster ist es ähnlich. Die unteren Enden der Mammillen sind ziemlich durchsichtig, enthalten aber einzelne, anscheinend unregelmässig eingesprengte, stark lichtbrechende Körner von ca. 1,7—0,6 Mmm. Durchmesser. Die stärkere Anhäufung dieser Körner ist es, die den oberen Theil der Schale undurchsichtig macht. Bei den hühnerartigen Vögeln, beim Schwan und bei der Ente sind die Mammillen durch das umgekehrte Verhältniss so deutlich und bestimmt. Die eingangs erwähnten Untersuchungen durch Behandlung der Schale mit Säuren hatten beim Fasan sehr eigenthümliche Resultate ergeben. Dies ist Veranlassung zur Anfertigung einiger Tangentialschliffe von der Schale dieses Eies gewesen. Sie zeigen in den entsprechenden geringeren Dimensionen genau das Bild der Hühnereischale, es dürfte

sich also bei der vermeintlichen Eigenthümlichkeit nur um ein zufälliges Product der Auflösung der Schale gehandelt haben.

Von Messungsangaben der Durchmesser der Mammillen bei den verschiedenen Eiern muss ich abstrahiren. Ihre unregelmässige polygone Form und ihre sehr schwankenden Dimensionen machen präcise Angaben kaum ausführbar. Das Grössenverhältniss könnte nur durch Zeichnungen deutlich gemacht werden und werden die Abbildungen der Radialschliffe hierin einen nothdürftigen Anhalt gewähren.

Die gruppenförmig vereinigten oder verzweigten Porencanäle fanden sich nur beim Straussenei, bei den übrigen untersuchten Eiern fand ich sie einzeln stehend. Sie sind meist von ovaler Form. Einige Messungen ergeben, dass die Dimensionen bei den verschiedenen Canälen desselben Eies und je nach der Lage des Querschnittes sehr variiren, also den Messungsresultaten keine grosse Bedeutung beigelegt werden kann; es wird sich jedoch rechtfertigen, wenn diese Messungen wie folgt in Mikromillimetern mit Hinweglassung der Decimalen, mitgetheilt werden:

	Grösster Durchmesser.	Kleinster Durchmesser.
Schwan	42 Mmm.	38 Mmm.
–	41 –	35 –
–	29 –	26 –
Puter (Mündung d. Canals)	55 –	37 –
– –	37 –	31 –
– (tieferer Querschnitt)	34 –	29 –
– –	29 –	21 –
Ente	36 –	31 –
–	28 –	22 –
–	14 –	12 –
Huhn	29 –	22 –
–	28 –	18 –
–	11 –	9 –
– (kleines Windei)	17 –	12 –
– –	16 –	10 –
– –	11 –	9 –
Fasan	14 –	12 –
–	13 –	10 –
Alk (Mündung d. Canals)	90 –	57 –
– (tieferer Querschnitt)	17 –	10 –
– –	11 –	6 –

	Grösster Durchmesser.	Kleinster Durchmesser.
Möve	16 Mmm.	43 Mmm.
–	14 –	11 –
–	11 –	10 –

Beim Straussenei haben die einzelnen Canälchen nahe unter der Oberhaut, wie Fig. 11 zeigt, insoweit ihr Querschnitt noch rundlich ist, zwischen 50—20 Mmm. schwankende Durchmesser[1]).

Färbung der Schale. Das Pigment, welches statt des Oberhäutchens oder als Oberhäutchen die äussere Fläche der Schale bei gewissen Eiern überzieht und sich von da aus in die Porencanäle einsenken kann, ist schon erwähnt.

Ausserdem kommen aber noch Pigmentschichten vor, welche die Schale in verschiedenen Tiefen, in Schichten von verschiedener Mächtigkeit, der Oberfläche parallel liegend, durchsetzen. Schon Blasius hat darauf aufmerksam gemacht, dass diese verschieden tiefe Lage der Pigmentschichten die verschiedene Intensivität bedingt, welche die Flecken und Tüpfeln der Schale haben. Die Radialschliffe, Fig. 18 und 19 (Möven- und Alkei) zeigen solche in die Schale eingebettete Pigmentschichten. Auch beim Elsterei habe ich sie an Radialschliffen in den verschiedensten Tiefen der Schale und häufig in mehreren sich einander deckenden Lagen nachgewiesen. Das Pigment finde ich bei den untersuchten Eiern von einem gleichmässigen tiefen Rothbraun. Die verschiedene Lage der Flecken ändert aber nicht nur die scheinbare Intensivität der Farbe, sondern auch ihren Ton.

Wenn z. B. beim Mövenei der rothbraune Pigmentfleck durch eine etwas stärkere Lage der grünlich gefärbten und trüben Schale durchscheint, zeigt er eine matte graue Farbe. Die ganz tief liegenden Flecke werden von aussen gar nicht wahrgenommen, so dass beim Abschleifen der Schale Pigmentflecke an Stellen hervortreten, wo keine Tüpfeln sichtbar waren.

Wichtig für die Feststellung der Structur der Schale werden die so in dieselbe eingebetteten Pigmentschichten dadurch, dass sie eine der Oberfläche parallele Schichtung auch bei solchen Eiern nachweisen, wo wie bei Möve, Alk und Elster die Lage der Kalkkörnchen eine zu unregelmässige ist, um die Schichtung zu bezeichnen.

1) Es sei hier bemerkt, dass bei allen Abbildungen das angegebene Grössenverhältniss genau inne gehalten ist, so dass Messungen an denselben vorgenommen werden können. Desshalb ist im Allgemeinen da, wo Zeichnungen gegeben sind, von Grössenangaben Abstand genommen. Dass sich beim Abdruck die Dimensionen meist um ein Kleines verändern, ist bekannt. Auf solche Minutien kommt es jedoch hier nicht an.

Abnorme Eischalen. Nur beim Huhn war Gelegenheit zu ihrer Beobachtung und leider auch da nur in zwei Fällen. Die erste Beobachtung betrifft ein sogenanntes Windei. Dasselbe hatte 25 Mm. längsten und 20,5 Mm. kürzesten Durchmesser. Die Schale war mit nadelknopfgrossen Auswüchsen in ziemlicher Zahl versehen und nicht wesentlich dünner, als sie sich auch bei dünnschaligen, aber sonst normalen Eiern findet (Taf. XV. Fig. 17 *A*, *B* u. *C*.). Die Faserhaut erschien ganz normal. Fig. 17 *C*. giebt einen Radialschliff dieser Schale. Wie man sieht ist das Bild, welches sie, durch die Art wie die undurchsichtigen Einlagerungen stattfinden, darbietet, wesentlich von dem normaler Eier abweichend.

Die zweite Abnormität bot ein ziemlich kleines und dünnschaliges, sonst aber normales Hühnerei dar. Am spitzen Pol zeigte es einen denselben umgebenden, ringförmigen Wulst von 2 Mm. Breite und 0,5 Mm. Höhe, dessen Kreisform aber doch sehr unregelmässig war. Die Anfertigung einiger quer durch diesen Wulst gehenden Radialschliffe und eines Tangentialschliffs war ziemlich schwierig und waren bei dem spärlichen Material nur mangelhafte Präparate zu beschaffen, die aber doch einige beachtenswerthe Eigenthümlichkeiten mit genügender Deutlichkeit erkennen liessen.

Der Radialschliff (Taf. XVI. Fig. 22 *A*.) zeigt, dass dieser Wulst nicht etwa eine Verdickung der Schale ist, sondern einen Hohlraum enthält, der durch die Faser- oder Schalenhaut von dem übrigen Ei getrennt wird. Derjenige Theil der Schale, welcher diesen Hohlraum umgiebt, ist ebenfalls mit einer Faserhaut bekleidet, und scheint der Hohlraum übrigens, soweit die Präparate dieses zu beurtheilen gestatten, Eiweiss zu enthalten. Die eigentliche Eischale ist, wie der Radialschliff ergiebt, mit rudimentären Mammillen versehen; dagegen lässt sich aus diesem Schliff bei dem Wulst selbst das Vorhandensein von Mammillen nicht nachweisen. Die Tangentialschliffe lassen aber darauf schliessen, dass der dunkle Saum, der die innerste Schicht der Schale bildet, den Mammillen entspricht und sie dort wenigstens andeutungsweise vorhanden sind. In der äusseren Schicht der Schale finden sich, von undurchsichtigen Schichten begrenzt, durchsichtigere Stellen. Taf. XVI. Fig. 22 *B*. giebt einige derselben bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet. Sie zeigen sich hier deutlich als aus gewölbten Schichten bestehend, die durch die eingelagerte undurchsichtige Substanz markirt werden. Auf einem anderen Radialschliff sind die Formen dieser Gebilde andere, nämlich rundere. Auf dem Tangentialschliff treten sie mit grosser Deutlichkeit als runde, helle, von der undurchsichtigen Masse theilweise scharf begrenzte Flecke hervor, wie

Taf. XVI. Fig. 23 zeigt. Hier scheinen Andeutungen einer radialen Streifung vorhanden. Concentrische Streifung ist nur einzeln zu beobachten und zwar da, wo die Schlifffläche schief liegt, was dem Bilde des Radialschliffs entspricht. Ebenso entspricht es den abwechselnden Längen, die der Radialschliff zeigt, wenn auf dem Tangentialschliff gegen den Rand desselben, wo er sich der Oberfläche mehr nähert, die hellen Scheiben isolirt oder paarweise stehen, während sie in den tieferen Stellen des Schliffs eine gedrängte Masse bilden und sich theilweise gegen einander abplatten. Da das Material zu einem eingehenderen Studium dieser Gebilde nicht ausreichte, kann weiter Nichts über dieselben gesagt werden. Daraus aber, dass die Schale normaler Hühnereier nichts ihnen ähnliches enthält, scheint doch bezüglich der Genesis der Schale eine sehr wichtige Folgerung gezogen werden zu müssen. Wenn nämlich an solchen Abnormitäten die Schale eine wesentlich andere Bildung zeigt, so dürfte dieses mit der Meinung unvereinbar sein, dass diese nur ein äusserlich hinzugetretenes Secret oder Product des Eileiters ist. Diess gilt auch für die Beobachtung, dass die Schale des Windeies eine wesentlich andere Bildung, als die Schale des normalen Eies hatte. Es ist nicht abzusehen, warum dieses alles stattfinden sollte, wenn es sich um äusserlich hinzugetretene Hüllen handelte.

Ebenso ist nicht abzusehen, wie sich eine so eigenthümliche und charakteristische Bildung wie dieser Wulst durch mechanische Apposition bilden sollte, während er als Abschnürung der Eizelle und als Resultat ihrer organischen Fortbildung leichter verständlich wird, und wenn man die Schale in der naheliegendsten und einfachsten Weise als ein Product der Eizelle auffasst, es nicht befremden kann, dass eine abnorme Eizelle, wie das Windei, auch eine Schale von abnormer Structur producirt.

Anwendung auf die systematische Ornithologie. Für die Blasius'sche Arbeit ist die Auffindung von Anhaltspuncten für die systematische Ornithologie in der genaueren Untersuchung der Eischalen ein wesentliches Motiv gewesen. Sonach ist eine Aeusserung über diesen Gesichtspunct nahe gelegt, obgleich derselbe bei der hier vorliegenden Arbeit fern gelegen hat, und umfassendere Untersuchungen erforderlich gewesen wären, um die Frage bestimmt zu beantworten.

Es sei zunächst bemerkt, dass Tangentialschliffe bei dünnschaligen und kleinen Eiern weniger Schwierigkeiten darbieten als Radialschliffe, dass sie aber auch sehr viel weniger charakteristisch sind als letztere. Radialschliffe vom Elsterei, dessen eigentliche Schale nur eine Dicke von ca. 0,14 Mm. (0,18 Mm. incl. Faserhaut) hat, habe ich

präparirt, wesentlich um zu einer Ansicht über die bei so dünnschaligen Eiern zu erzielenden Resultate zu gelangen. Sie waren ziemlich befriedigend, insofern sich manche wesentliche Eigenthümlichkeiten mit Bestimmtheit erkennen lassen. Auch bezweifle ich nicht, dass sich die Technik des Präparirens in dieser Beziehung noch verbessern lassen wird, so dass wenigstens bei einer grossen Zahl nicht ganz dünnschaliger Eier die Herstellung brauchbarer Präparate um so ausführbarer ist, als auch dickere Schliffe bei auffallendem Licht manche Eigenthümlichkeiten, z. B. die Rauhheiten der Oberfläche und die eingebetteten Pigmentschichten, fast besser zeigen, als dünne Schliffe. Es erscheint ferner schon nach den wenigen Species, die ich behandelt habe, wahrscheinlich, dass für gewisse Ordnungen oder Familien die Bildung der Eischale charakteristisch ist; die Erwartung aber, dass sich specifische, entscheidende Merkmale herausstellen könnten, so dass man den Zweifel ob Species oder Varietät danach lösen dürfte, worauf Blasius besonders sein Augenmerk gerichtet hatte, würde ich nach den Resultaten, die mir das Hühnerei gegeben hat, nicht aussprechen können. Wie Taf. XV. Fig. 17 *A* u. *B*. zeigen, sind hier, auch von den ganz abweichenden abnormen Bildungen abgesehen, so grosse Differenzen, dass sie, seien sie nun typisch oder individuell, die Feststellung von Speciesunterschieden sehr erschweren müssen. Die technische Schwierigkeit, die darin liegt, dass ganz dünne Schliffe andere Effecte geben als dickere, wird auch nicht zu übersehen sein. Nur ganz dünne Schliffe lassen gewisse Details in der Form der durch Kalkkörner undurchsichtigen Schichten erkennen. Uebrigens sind meine Untersuchungen in dieser Richtung so wenig umfassend gewesen, dass ich nur Vermuthungen aussprechen kann. Es hat mit Ausnahme des Huhns immer nur ein und dasselbe Eiindividuum zur Anfertigung der Radialschliffe gedient. Wer diese hier in den Hintergrund tretende Frage lösen will, wird wohl thun, von Hühnern, Putern und Enten ganze Reihen von Eiern zu untersuchen, dabei die Culturvarietäten zu berücksichtigen und dann die Strausse und Casuare vorzunehmen. Ihre Eischalen eignen sich zu den besten Schliffen und versprechen, nach Struthio camelus zu schliessen, sehr schöne Resultate.

Behandlung der Schale mit Säuren. Werden Stücke der Eischale in verdünnte Essigsäure gelegt, so hebt die sich entwickelnde Kohlensäure das Oberhäutchen, wenn dasselbe, wie z. B. beim Huhn, biegsam ist und wenig Kalksalze enthält, ziemlich schnell ab. Von den tiefern Schichten bleibt nach Lösung des Kalks durch die Säure eine gelatinöse Masse zurück, in welcher sich gewöhnlich runde, blasenförmige Räume zeigen, welche ohne Zweifel durch den Druck der von

dem weichen Gewebe eingeschlossenen Kohlensäure entstanden sind. Schon ehe ich Schalenschliffe kannte, welche auf das bündigste beweisen, dass diese Hohlräume auf keine präexistirende Structur zurückgeführt werden können, wurde mir ihre Eigenschaft als Artefacte dadurch wahrscheinlich, dass sie bei verschiedenen Präparationen derselben Schale, ja bei verschiedenen Fragmenten desselben Präparates in Zahl und Grösse die beträchtlichsten Abweichungen zeigten. Von den entkalkten Ueberresten der Schale löst sich beim Hühnerei sehr leicht die Faserhaut oder diejenige Schicht derselben, die noch an der Schale haftet und auf mechanischem Wege nicht von ihr entfernt werden kann. An dieser Schicht oder an der äussern Fläche der Faserhaut haften dann die von der übrigen Schale abgerissenen Reste der Mammillen in Gestalt durchsichtiger formloser Klumpen. Je nach Umständen, wie mir scheint bei dünnschaligen kleinen Eiern (Sperlingsei) der Regel nach, bleibt das entkalkte Residuum der Schale mit der Faserhaut vereinigt, wodurch dann die Bilder auf Flächenansichten noch täuschender werden. Ich habe diese Untersuchungsmethode, nachdem mir ihr Ungenügendes klar geworden war, nicht weiter verfolgt und erwähne sie hier nur der Vollständigkeit wegen, früheren Arbeiten Anderer gegenüber.

Wesentlich bessere Resultate werden erlangt, wenn zur Entkalkung der Schale Chromsäure verwendet wird, deren erhärtender Einfluss auf das Gewebe die entstehenden Blasenräume allerdings noch verführerischer macht; sie gestattet aber an zerzupften Präparaten und auf Falten der Faserhaut, wo deren äussere Fläche nach aussen liegt, an den Ueberresten der Mammillen Form und organische Structur deutlich zu erkennen. Meine derartigen Präparate sind vom Schwanenei. Taf. XVI. Fig. 24 *A*, *B* und *C* geben solche Fragmente der Mammillen. Die runden Gebilde, die sich in *A* und *B* zeigen sind die durch die Kohlensäureentwickelung entstandenen Hohlräume.

Noch bestimmtere Resultate werden durch die Behandlung von Schliffen mit Chromsäure erlangt. Es liegen dergleichen Tangentialschliffe vom Straussenei und Radialschliffe vom Straussen- und Schwanenei vor. Es zeigen die mit Chromsäure entkalkten Radialschliffe durch alle Schichten der Schale hindurch die feine der Oberfläche parallele Streifung, wie sie in Fig. 24 *C.* in der Mammille dargestellt ist, verbunden mit einer in den Mammillen und den inneren Schichten der Schale auftretenden gröberen Streifung oder Faserung, die senkrecht auf ersterer steht. Es sind dies Bilder, die äusserlich an gewisse Bilder von quergestreiften Muskelfasern erinnern könnten. Die Enden der Mammillen haben dieselbe Combination von concentrischer

und radialer Streifung, die Taf. XIII. Fig. 4 *B.* nach einem nicht entkalkten Schliff darstellt. Es haben ferner die entkalkten Tangentialschliffe alle die Structureigenthümlichkeiten behalten, die früher erörtert und namentlich Taf. XIII. Fig. 6 und Taf. XIV. Fig. 7 abgebildet sind. Die Mammillen sind in ihren tiefern Lagen sternförmig gestreift, dann treten in den höheren Schichten die charakteristischen Dreieckformen auf. Diese Dreiecke zeigen sich hier scharf contourirt, durch die Chromsäure etwas intensiver gefärbt und stärker lichtbrechend, als die sie umgebende Substanz. Beim Zerfallen des Schliffs sind sie als isolirte dreieckige Plättchen zu erlangen.

Es dürfte also die Entkalkung der Schliffe mit Chromsäure beweisen, dass die eigenthümliche Anordnung der undurchsichtigen Einlagerungen wirklich nur der Ausdruck einer sehr bestimmten Structur der Grundsubstanz der Eischale ist. Dass diese Structur vollständig und in allen Einzelnheiten auch nach der Entkalkung erhalten bleibt, scheint ferner zu beweisen, dass es sich nicht um eine Mengung oder Interposition von Kalksalzen und einem organischen Bindemittel handelt, sondern um einen organischen Bau, der sich aus einer chemischen Verbindung der Kalksalze mit den im engeren Sinne gewöhnlich als organisch bezeichneten Stoffen construirt.

Behandlung der Schale mit Alkalien. Eine eindringliche Behandlung mit Kalilauge entfernt, wie schon von Landois und Blasius constatirt, die Faserhaut. Es war zu hoffen, dass eine derartige Behandlung von Radialschliffen die in die Faserhaut eingesenkten Knöpfe der Mammillen deutlicher zur Anschauung bringen werde. Leider aber corrodirt auch verdünnte und vorsichtig angewendete Kalilauge die Substanz der Schale selbst in dem Grade, dass ich, wenigstens beim Straussenei, keine brauchbaren Resultate erhielt. Die Schliffflächen trüben sich und die Endungen der Mammillen selbst werden corrodirt. Anderntheils aber ist die Action der Kalilauge auch bei tagelanger Dauer und wiederholtem Kochen, doch nur eine oberflächliche, so dass der einzige Vortheil, den ich aus ihrer Anwendung ziehen konnte, darin besteht, dass sich die auf die Oberfläche der Schale senkrecht gerichteten Streifen der Mammillen theilweise durch die ganze Dicke der Schale verfolgen liessen. Dass auch das Oberhäutchen mit Kalilauge behandelter Schliffe Andeutungen einer dasselbe senkrecht durchsetzenden Structur zeigt, ist schon da erwähnt, wo dasselbe specieller abgehandelt wurde.

Die Faserhaut der Schale. Dass das in frischem Zustande zähe und elastische Häutchen, das zwischen Eiweiss und Schale liegt, aus einem Filz durchsichtiger und glashellen Fasern besteht, deren Zwischen-

raume mit Luft erfüllt sind, ist bekannt. Ueber die näheren Eigenschaften dieser Fasern bleibt aber doch Manches zu sagen und dürfte dieses nicht überflüssig sein, wenn so befremdliche Fictionen, wie die, dass in diesen Fasern die glatten Muskelfasern des Oviducts wiedergefunden werden sollen, möglich waren.

Die Faserhaut besteht aus einer grossen Zahl übereinander gelagerter Schichten von Fasern, die aber fest zusammenhängen. Die Dicke der ganzen Haut, die im Uebrigen aus den Zeichnungen der Schalenschliffe näher ersehen werden kann, ist so beträchtlich, dass, auch wenn sie nach Austreibung der Luft in Glycerin oder Canadabalsam gelegt ist, die einzelnen Fasern sich der Beobachtung nur an den Rändern darbieten. Um das Gewebe derselben zur Anschauung zu bringen, müssen möglichst dünne Schichten präparirt werden. Dieses geschieht auf verschiedene Weise. Man kann die dünne Schicht, die an der Schale haften bleibt, wenn der grösste Theil der Haut mechanisch entfernt wird, wie schon früher erwähnt wurde, durch Auflösung der Schale in Essigsäure isoliren. Man kann auch, nachdem das Häutchen abgezogen ist, noch einzelne zarte Fetzen mit dem Pinsel losmachen. Man kann das feuchte Häutchen auf einer Glasplatte festtrocknen lassen und dann mit der Pincette einzelne Schichten desselben abziehen. Man kann endlich von einem so festgetrockneten Häutchen mit dem Rasirmesser Schnitte entnehmen, deren Ebenen in sehr spitzen Winkeln gegen die Fläche des Häutchens liegen. Diese letzteren Präparate sind besonders geeignet, um an den auslaufenden Schnitträndern zu demonstriren, dass die Haut keineswegs blos aus Fasern besteht, sondern dass ihre Grenze gegen das Eiweiss durch ein zartes homogenes durchsichtiges Häutchen gebildet wird, und dass auf diesem Häutchen oder in den untersten Faserschichten Körner oder Kügelchen einer durchsichtigen, stark lichtbrechenden Substanz liegen. Die Grösse dieser Körnchen finde ich zu 1—1,5 Mmm. und zwar übereinstimmend bei Eiern verschiedener Grösse (Sperling und Ente). Sie treten ebenso bei gekochten, wie bei ungekochten Eiern auf. Ueberhaupt scheint für alle Verhältnisse der Faserhaut zu gelten, dass das Hartkochen der Eier ohne Einfluss auf sie ist. Fig. 25 *A*. (Taf. XVI.) giebt das Fasergewebe, wie es sich in einer dünnen Lamelle der Faserhaut des Hühnereies darstellt, die mit dem Pinsel von der Eischale abgelöst ist. Die stärkeren Fasern, die das Gewebe durchziehen, erscheinen an günstigen Objecten und bei starken Objectivsystemen als platte Bänder, die durch eine Verkittung oder Verschmelzung der feineren Fasern entstanden sind. Dass dem in der That so ist, bestätigt die Behandlung der Faserhaut mit alkalischen Laugen. Wie schon er-

wähnt, wird die Faserhaut durch energische Einwirkung von kaustischem Kali gelöst. Bei vorsichtigem Kochen mit verdünnterer Kalilösung tritt aber vorher ein Moment ein, wo die Hautstückchen stark aufquellen, sich ausdehnen und dann in eine sehr durchsichtige, beinahe schleimige und fadenziehende Masse verwandelt werden. Diese Masse besteht, wie das Mikroskop nachweist, aus den stark aufgequollenen und nur noch schwach lichtbrechenden Fasern, die aber so aus ihrem Zusammenhang gelöst sind, dass sie sich beim Zerzupfen in langen Enden frei legen und isoliren lassen, während vorher die einzelnen Fasern an den Stellen, wo sie sich kreuzen, so fest verbunden sind, dass man beim Zerzupfen niemals längere Fragmente einzelner Fasern, sondern kurze Stückchen, in denen die sich kreuzenden Fasern noch verbunden sind, erhält.

Der Zusatz eines Tropfens Essigsäure contrahirt die gequollenen Fasern augenblicklich wieder in allen Richtungen, und erscheinen sie nun wieder als elastische, das Licht stark brechende rundliche Fäden. Ihre Dicke finde ich bei einem Präparat vom Hühnerei ziemlich wechselnd. Die feinsten sind auf höchstens 0,5 Mmm. zu schätzen. Meistens haben sie einen Durchmesser von 0,75 Mmm. Derselbe kann aber bis auf 1,25, ja bis 1,5 Mmm. gehen. Bei diesen stärkeren, offenbar abgeplatteten und zuweilen nur stellenweis verdickten Fasern bleibt es indess zweifelhaft, ob die Einwirkung der Kalilauge eine genügende gewesen ist; ob sie wirklich die primären Fasern des Gewebes darstellen und nicht etwa daher rühren, dass solche noch vereinigt sind. Es ist nicht leicht, die Einwirkung des Reagens so abzumessen, dass man sicher ist, die Lösung und Befreiung der primären Fasern von der sie überziehenden und verklebenden Substanz vollständig und in allen Theilen des Präparates erreicht zu haben, ohne dass die Fasern selbst der Auflösung verfallen.

Die rein präparirten Fasern geben auf das Täuschendste das Bild der elastischen Fasern der Bindesubstanz wieder. Auch ihr Verhalten gegen Alkalien und Essigsäure ist ganz dasselbe. Ich finde wenigstens bei Kölliker (4. Aufl. pag. 78) auch für das elastische Gewebe die Angabe des Aufquellens und Erblassens bei begrenzter Einwirkung der Kalilauge. Ob freilich das so gequollene elastische Gewebe sich bei Essigsäurezusatz wie die Fasern des Eies wieder contrahirt, wird nicht angegeben. Auf einen Formunterschied muss ich jedoch aufmerksam machen. Es gelang nie, Verzweigungen oder Theilungen der primären Fasern der Schalenhaut oder wirkliche, Anastomosen ähnliche Netze derselben zu finden. Wo dergleichen vorzuliegen schien, war es stets auf Vereinigung oder Verklebung distincter Primärfasern durch

das Bindemittel zurückzuführen. Uebrigens sind auch die rein dargestellten Primärfasern, wenigstens häufig, nicht drehrund, sondern abgeplattet.

Die Dicke der Fasern dürfte bei den verschiedenen Eiern dieselbe sein, wenigstens nicht im Verhältniss zur Grösse der Eier stehen, denn ich finde sie bei Präparaten von der Schalenhaut des Strausseneies ganz ebenso wie sie oben für das Hühnerei angegeben ist. Auch beim Sperlings- und Elstерei lassen die nicht mit Kalilauge behandelten Fasernetze keine wesentlich andere Dimensionen der einzelnen Fasern vermuthen. Was die durch die incrustirende, in Kalilauge leichter lösliche Substanz verbundenen Faserbündel oder vielmehr Faserbänder betrifft, so scheinen sie in den peripherischen Schichten der Schalenhaut breiter und häufiger zu sein, und auch in den grösseren Eiern in stärkeren Dimensionen vorzukommen. Es ist auch wohl noch der Erwähnung werth, dass die Schalenhaut sich beim bebrüteten Ei nicht verändert, durch die Fäulniss des Eies anscheinend nicht afficirt wird, und auch beim Windei vom Huhn nichts Besonderes erkennen lässt.

Dass die Luftblase des Eies in der Schalenhaut selbst liegt und allseitig von derselben umgeben wird, ist bekannt. Bei einem Hühnerei, das in dieser Beziehung näher untersucht wurde, zeigten Querschnitte der Schalenhaut, dass sie über dem inneren Drittel der Dicke derselben lag oder dass diejenigen Schichten, die die Luftblase gegen die Schale begrenzten, ungefähr doppelt so mächtig waren als diejenigen, die sie gegen das Eiweiss begrenzten. Da hier Querschnitte der Schalenhaut erwähnt sind, wird bemerkt, dass sie ziemlich leicht anzufertigen sind, wenn man die feuchte Haut auf einem Korkstück festtrocknen lässt oder dieselbe in trockenem Zustande auf ein Guttaperchastückchen drückt, dessen Oberfläche durch leichtes Erwärmen erweicht ist.

Andere Faserhäute des Eies. Wie bereits eingangs erwähnt, ist die Schalenhaut nicht die einzige Faserhaut, die sich im Ei findet, indem das Eiweiss auch gegen den Dotter durch eine, wenn auch sehr viel zartere Faserhaut begrenzt wird. Dass zwischen Dotter und Eiweiss ein Häutchen vorhanden, ist so leicht nachweisbar, dass es als ganz allgemein bekannt vorausgesetzt werden kann. Wahrscheinlich ist dieses so leicht darstellbare Häutchen bislang meist für die Zona pellucida des Eierstockeies gehalten worden. Ich finde dieses allerdings nirgends ausdrücklich erwähnt, und müsste es jedenfalls bestreiten.

Beim rohen Ei ist das Häutchen in seiner Totalität leicht zu isoliren, wenn man den Dotter nach dem bekannten häuslichen Verfahren vom Eiweiss trennt, und in Wasser fallen lässt, wobei er von

diesem Häutchen umgeben bleibt. Wird dann nach Reinigung von anhängendem Eiweiss das Häutchen zerschnitten, so fliesst der Dotter aus und lässt sich das Häutchen durch Abspülen mit Wasser leicht von den Dotterresten befreien. Ein so dargestelltes Häutchen vom Hühnerei hatte, wie sich auf den Falten nach dem optischen Querschnitt bestimmen lässt, in Glycerin liegend; 7,5—6,8 Mmm. Dicke. Auf einer Falte, bei der die äussere Fläche des Häutchens nach aussen lag (Taf. XVI. Fig. 26 *A.*) zeigt die innere Schicht in einer Dicke von 4,4—3,8 Mmm. einen eigenthümlich punctirten Querschnitt. Nach aussen wird diese punctirte Schicht von drei deutlich abgegrenzten parallelen Lagen bedeckt, die zusammen ca. 3 Mmm. messen. Auf Falten desselben Präparates, die in entgegengesetzter Richtung, so dass die äusseren Schichten nach innen liegen, geschlagen sind, hat die punctirte Schicht nur 3—2,5 Mmm.[1]) und die drei äusseren Schichten haben sich durch die Faltung abgelöst (Taf. XVI. Fig. 26 *B.*). Diese äusseren Schichten sind überhaupt ein Bestandtheil des Häutchens, der als ein zufälliger und wechselnder betrachtet und eigentlich schon zum Eiweiss im engeren Sinne gerechnet werden muss. Bei gekochten Eiern bleiben viel stärkere Eiweissschichten mit der punctirten Schicht vereinigt, wie Taf. XVI. Fig. 27 *A*, *B* und *C.* nachweisen. Wie viel und wie starke Eiweissschichten mit dem eigentlichen Häutchen, der punctirten Schicht, verbunden bleiben, hängt also ganz von der Art der Präparation ab. Ein anderes Präparat von demselben Häutchen, nach welchem Taf. XVI. Fig. 26 *A.* gezeichnet ist, zeigt nur zwei statt drei Eiweissschichten. Auch gelingt es beim Zerreissen des von gekochten Eiern dargestellten Häutchens leicht, Präparate zu erlangen, wo sich an den Rändern grössere oder kleinere Theile der punctirten Schicht vollständig isolirt zeigen. Es liegen sogar Präparate vom gekochten Puterei vor, wo ein grösserer Fetzen des eigentlichen Häutchens durch Pinsel und Pincette

1) Bei allen Messungen solcher elastischen Häutchen nach dem optischen Querschnitt der Falten tritt es bei genauer Controle entgegen, dass die Dicke der Schichten, aus denen sie zusammengesetzt sind, sich je nach der Richtung, in welcher die Falte geschlagen ist, etwas modificirt. Es ist leicht erklärlich, dass die äussere Schicht durch die Faltung gezerrt wird, also dünner erscheint, während die innere eine entsprechende Stauchung erleidet, also verdickt wird. Es würde also hier der Durchschnitt der verschiedenen Messungen ca. 3,5 als die wahre Dicke angenommen werden müssen, wenn eine derartige Präcisirung dieser Messung von grosser Bedeutung wäre. Sie ist es nicht, denn bei einem andern Präparat desselben Häutchens, das in verdünntem Glycerin liegt, finde ich die entsprechenden Dimensionen der punctirten Schicht zwischen 5 und 3,8 Mmm. Das Häutchen quillt oder contrahirt sich eben, je nach dem Medium in welchem es sich befindet.

vollständig von den Eiweissschichten befreit und für sich in Glycerin eingeschlossen ist. Dieses Häutchen nun stellt sich bei gelungenen Präparaten und starken Objectivsystemen ganz unzweideutig als ein Faserhäutchen dar, und die Punctirung, die die entsprechende Schicht auf den Falten zeigt, als der optische Querschnitt der einzelnen Fasern, der hier zum Ausdruck kommt. Man kann unter Umständen mit vorsichtiger Handhabung der Stellschraube des Mikroskops verfolgen, wie die Linien, welche auf der Flächenansicht die Fasern bezeichnen, in den Puncten des optischen Querschnittes enden.

Die Existenz des Fasernetzes tritt auf den Flächenansichten zahlreicher Präparate vom Hühner-, Enten- und Puterei unzweideutig hervor, und obgleich die Fasern unmessbar fein und demnach das Bild ein nicht derart bestimmtes ist, dass es durch eine Zeichnung in befriedigender Weise wiedergegeben werden könnte, ist es auch schon mit mittelstarken Systemen, z. B. dem Zeiss'schen D., zu erkennen[1]). An Präparaten vom ungekochten Hühnerei finde ich das Fasernetz bei Flächenansichten nur in unbestimmten Andeutungen. Es kann dies daher rühren, dass das Fasernetz sehr elastisch ist und sich schwer in glatt aufliegenden Flächen präpariren lässt, dass es also da deutlicher hervortritt, wo es von den coagulirten Eiweisslagen, auf denen es haftet, in Spannung erhalten wird. Wenn aber hiernach immerhin die Frage gestellt werden könnte, ob die Fasern beim rohen Ei überhaupt vorhanden sind, so glaube ich sie darauf hin, dass vom Puter auch vom rohen Ei ein Präparat vorliegt, welches das Fasernetz, wenn auch nicht so schön als von gekochten Eiern, doch in genügender Deutlichkeit zeigt, bejahen zu können; ganz abgesehen davon, dass alle Präparate von ungekochten Eiern die charakteristische Punctirung des optischen Querschnittes auf den Falten zeigen. Die deutlichsten Präparate besitze ich von gekochten Enteneiern. Beim gekochten Sper-

1) Hier ist wohl ein passender Ort für die Bemerkung, dass der bei dieser Arbeit benutzte mikroskopische Apparat ein Zeiss'scher ist. Die penetrirende Kraft des stärksten Systemes F, über das bekannte, sehr anerkennende Aeusserungen von Schacht vorliegen, wird wohl dem trockenen Hartnack'schen System No. 10 entsprechen, denn es ist der No. 9, die ich damit vergleichen konnte, entschieden überlegen. Sehr nahe lag die Frage, ob nicht solche Objecte, wie das Faserhäutchen des Dotters und die später zu erwähnenden noch feineren Fasernetze des Eiweisses ein Studium mittelst der stärksten neueren Immersionssysteme verdient hatten. Durch Herrn Hartnack's persönliche Freundlichkeit habe ich Gelegenheit gehabt, die betreffenden Präparate bei ihm selbst unter dem Immersionssystem No: 15 zu betrachten, allerdings bei momentan ungünstiger Beleuchtung. Danach scheint es aber, dass an diesen Objecten auch die stärksten Immersionssysteme nicht wesentlich mehr erkennen lassen, als das von mir benutzte Zeiss'sche F.

lingsei blieben beim Abziehen des Häutchens Eiweissschichten von 43—44 Mmm. Dicke mit der Faserschicht verbunden. Letztere hatte auf der Aussenseite der Falte, also in gespanntem Zustand, nur eine Dicke von 1,5 Mmm. Flächenansichten zeigten das Fasernetz nicht, was bei den starken, das Bild trübenden Eiweissschichten sehr erklärlich ist.

Der Leser wird verzeihen, dass diese Puncte etwas weitläufig abgehandelt sind, da die Existenz dieser zweiten Faserhaut an Stelle der Zona pellucida als besonders wichtig erscheint und deshalb der Wunsch, die Bestätigung der immerhin zu den minutiöseren gehörigen Beobachtung durch andere zu sichern, nahe lag.

Das Faserhäutchen ist übrigens auch auf Schnitten des Weissen von hartgekochten Eiern, nachdem die Dottermasse vorsichtig entfernt ist, nachzuweisen. Mit Reagentien konnte ich es nicht deutlicher machen. Kali löst es schnell, Essigsäure macht es mindestens nicht deutlicher, Chromsäure giebt der ganzen Schicht eine feine Körnung, die die Fasern nur noch schwer erkennen lässt, ammoniakalische Carminlösung färbt alles gleichmässig und macht es stark quellen. Bei diesen gequollenen Präparaten ist aber bemerkenswerth, dass auf dem optischen Querschnitt der Falten des Häutchens ein feiner, homogener und nicht körniger Saum auf derjenigen Seite hervortritt, welche den Dotter begrenzt. Er hat eine ungefähre Breite von 1,5 Mmm. In einzelnen Fällen lässt sich derselbe auch bei einfach in Glycerin gelegten Präparaten ziemlich deutlich erkennen und ist da die Breite auf 1 Mmm. zu schätzen. Auf Taf. XVI. Fig. 27 *A*. ist er angegeben. Hiernach würde sich also ergeben, dass das Faserhäutchen gegen den Dotter durch ein ganz feines, homogen erscheinendes Häutchen abgegrenzt wird. Flächenansichten der Ränder, wo das vom Eiweiss isolirte Faserhäutchen abgerissen ist, lassen ebenfalls bei genauer Prüfung vermuthen, dass der Contour des Randes nicht nur durch die Enden der einzelnen Fasern, sondern auch durch ein homogenes Häutchen gebildet wird. Diess muss indess weiterer Prüfung anheimgestellt werden. Die Analogie mit dem Faserhäutchen der Schale würde um so vollständiger sein, wenn auch bei dem des Dotters die innere homogene Schicht ausser allen Zweifel gestellt werden könnte. Das Windei vom Huhn, das schon bei der Untersuchung der Schale erwähnt wurde, hatte einen kleinen und unregelmässig geformten Dotter. Ein Schnitt durch das gekochte Ei zeigte ihn von nieren- oder bohnenförmiger Gestalt, 6 Mm. längstem und 2 Mm. kürzestem Durchmesser. Seine Farbe war eine sehr helle, grünlich weisse, so dass, um ausser allen Zweifel zu stellen, dass es wirklich ein Dotter sei, es räthlich schien, ihn auf das Vorhan-

densein von Dotterkugeln zu untersuchen. Ihre Gegenwart mit den charakteristischen polyedrischen Formen, die sie in gekochtem Zustande besitzen und dem feingekörnten Inhalt war leicht zu constatiren. Vorläufig muss ich also die vielfach bestehende Annahme, dass die sogenannten Windeier dotterlos sind, in Zweifel stellen. Dieser Dotter nun besass das Häutchen des normalen Eies nicht. Allerdings waren aus der Umgebung desselben häutige Fetzen zu gewinnen, die aber nur die feinkörnige Structur, die wir später in gewissen Schichten des gekochten Eiweisses wiederfinden werden und faserige Massen zeigten. Hiermit ist aber nicht bewiesen, dass Rudimente eines Faserhäutchen, die schwer nachzuweisen sein würden, nicht vorhanden waren.

Ich kann überhaupt die Reihe der Fasernetze des Eies mit der Dotterfaserhaut noch nicht als geschlossen betrachten, sondern ich muss annehmen, dass auch die bekannten Membranen, die durch dialytische Einwirkung des Wassers auf das Eiweiss zur Anschauung gelangen, von Fasernetzen begleitet werden, die allerdings noch viel feiner und zarter als die des Dotters sind. Wenn man die Structur des Eiweisses durch Rühren und Zerreissen gewaltsam zerstört, ist an den Trümmern der Membranen nicht viel zu sehen. Ich habe das vom Dotter befreite Eiweiss eines frischen Hühnereies möglichst unzerstört in eine grössere Quantität destillirten Wassers gelegt und längere Zeit unter öfterer Erneuerung des Wassers ruhig belassen. Die löslichen Theile des Eiweisses wurden allmählich vom Wasser aufgenommen, das Eiweiss verlor zuerst an seiner Peripherie die gelatinöse Beschaffenheit, wurde undurchsichtig und nach einigen Tagen blieben die sämmtlichen Membranen als eine zusammenhängende, undurchsichtige, mattweisse Masse zurück. Wenn diese unter Wasser liegend, vorsichtig mit der Pincette gefasst, mit einer scharfen Scheere ein Stückchen abgeschnitten, und dieses auf dem Objectträger mittelst des Deckglases, ohne vorheriges Zupfen und Zerren auseinandergedrückt wurde, zeigte das stärkste Objectivsystem ein mattes aber doch unzweideutiges Bild eines ganz zarten Fasernetzes, wie es in Taf. XVI. Fig. 28 *A*. zu zeichnen versucht worden ist. Da hierbei das Eiweiss schon einen leichten Fäulnissgeruch angenommen hatte, und mir desshalb die gefundenen Fasern etwas zweideutiger Natur schienen, wurde der Versuch in folgender Art wiederholt.

Aus einem an der Spitze geöffnetem Hühnerei wurden mit Pincette und Scheere kleine Eiweissportionen entnommen, jede auf einen Objectträger gebracht und ein Deckglas mit dem Welcker'schen Wachsverschluss aufgebracht, aber mit der Modification, dass zwei Seiten des Deckglases offen blieben und dass dem Wachs etwas Pech beige-

mischt war[1]). In den in destillirtes Wasser gelegten Präparaten waren nach 24 Stunden durch dialytische Wirkung des Wassers die Falten der Membranen und zarte Faserzüge mit netzförmiger Verbreitung sichtbar geworden. Nach 48 Stunden traten erstere mehr in den Hintergrund und die Fasern mehr hervor. Zugleich traten in einem der Präparate in den Falten der Membran in geringer Zahl spiral gewundene stark lichtbrechende Fasern von 0,5—1,25 Mmm. Durchmesser hervor, an denen aber keine Abzweigungen zu bemerken waren. Eine der stärksten dieser Fasern ist auf Taf. XVI. Fig. 28 *B.* gezeichnet. Ich glaube nicht, dass die Beobachtung dieser Fasern auf einem Irrthum beruhen kann. Die deutlich auftretende spirale Kräuselung schliesst den Verdacht einer Verwechslung mit dem optischen Querschnitt einer Falte aus. Bei den ganz zarten, weniger genau zu beobachtenden Faserzügen oder Netzen ist allerdings die Aufgabe, mit Bestimmtheit Täuschungen, die durch Faltung ganz feiner Membranen entstehen können, zu eliminiren, eine sehr schwierige. Bis jetzt muss ich bei der Annahme, dass Fasern vorhanden sind, bleiben, ob sie aber als Netze oder als verzweigte Bündel vorkommen, muss ich zweifelhafter lassen, da es von der verschiedenen Handhabung der Präparate abhängt, welches von beiden man sieht. Um auf die spiralen Fasern zurückzukommen, so geht meine Meinung nicht etwa dahin, dass sie schon in der unveränderten Eiweisshülle die spirale Form haben. Es scheint mir im Gegentheil ihr Hervortreten durch die längere Einwirkung des Wassers eben darauf zu beruhen, dass sie erst in Folge derselben die spirale Kräuselung erhalten und in gestrecktem Zustande zwischen den Falten der Membranen nicht zu unterscheiden waren. Dass aber die Fasern selbst ein Artefact sein sollten, dürfte doch nicht anzunehmen sein. Es ist übrigens das betreffende Präparat in verdünntem Glycerin conservirt und dadurch die wiederholte Bestätigung der Beobachtung ermöglicht worden.

1) Verfasser wendet bei allen in Glycerin, Chlorcalcium etc. eingeschlossenen Präparaten den Welcker'schen Wachsverschluss mit der Modification an, dass dem Wachs etwa $^1/_5$ gewöhnliches Pech zugesetzt ist. Es haften dadurch die Tröpfchen, die vor dem Einschmelzen des Wachsrandes an die Ecken des Deckglases gebracht werden, so fest auf dem Objectträger, dass man das Präparat unter so starkem Druck einlegen kann, dass sich die blosse Wachsbefestigung wieder lösen würde. Ebenso giebt die Pechmischung schon an und für sich einen festeren Verschluss als das reine Wachs. Selbstverständlich ist, dass trotzdem eine Schicht Kautschukfirniss übergestrichen wird. Dann scheint mir aber die Solidität der Präparate kaum etwas zu wünschen übrig zu lassen. Es ist, nebenbei bemerkt, schwer begreiflich, wie es möglich ist, dass in Werken, die die Technik des Mikroskopirens mit Vollständigkeit zu behandeln beanspruchen, der Welcker'sche Wachsverschluss unerwähnt bleiben kann.

Damit ist dieser Gegenstand freilich nur angeregt, aber nicht erledigt.

Die Schichtung der Eiweisshülle. Glücklicherweise ist das Studium des Eiweisses in einer andern Richtung ein um so einfacheres und gewährt leichter präcise Resultate. Wenn von hartgekochten Eiern Schnitte durch das Eiweiss in Ebenen, die den Radien des Eies entsprechen, entnommen werden, so zeigen dieselben bei schwacher Vergrösserung oder schon mit unbewaffnetem Auge, bei durchfallendem Licht und am besten nachdem sie in Glycerin gelegt sind, eine deutliche Abwechslung durchsichtigerer und undurchsichtigerer Schichten. In Carmin färben sich die Schnitte überall, aber doch so, dass die Färbung an den undurchsichtigeren Stellen dunkler erscheint. Wesentliche Vortheile hat aber diese Färbung nicht. Besonders feine Schnitte sind keineswegs erforderlich, wesentlicher aber ist, dass die Schnittfläche glatt sei, da, wenn das Eiweiss krümelt und dem Messer adhärirt, die Bilder undeutlich werden. Ich finde es am zweckmässigsten, das recht hart gekochte Eiweiss vorher einige Zeit in Wasser zu legen und das Messer mit verdünntem Glycerin zu befeuchten.

Bei Anwendung etwas stärkerer Vergrösserungen erscheinen die durchsichtigsten Schichten der Schnitte als parallel laufende homogene Bänder (Taf. XVI. Fig. 29 *B.*) und die Undurchsichtigkeit der dazwischen liegenden Schichten durch Einlagerung körniger Massen bewirkt, welche schmale parallele aber sich meist nicht in längere Linien fortsetzende Lagen bilden. Bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen wird die Zusammensetzung dieser Lagen aus stark lichtbrechenden feinen Körnern deutlich (Taf. XVI. Fig. 30.).

Um zu prüfen ob diese Körnchen einer organischen Structur angehören oder nur ein Gerinnungsproduct sind, wurde dialysirtes, filtrirtes und dann wieder concentrirtes Hühnereiweiss coagulirt und Schnitte desselben in Glycerin gelegt. War das Eiweiss sehr concentrirt, so zeigten die Schnitte unter dem Mikroskop die homogene Beschaffenheit der durchsichtigen Schichten, war es verdünnter, so hatten die Schnitte die körnige, undurchsichtigere Beschaffenheit. Es wird also nicht nur anzunehmen sein, dass diese Körnchen ein Gerinnungsproduct sind, sondern auch, dass die Schichten, in denen sie durch die Gerinnung entstehen, dünnflüssigeres, wasserhaltigeres Eiweiss, als die durchsichtig bleibenden enthalten. Diese Auffassung wird, wie sich weiter unten ergiebt, durch das Verhalten dieser verschiedenen Schichten beim Kochen des Eies bestätigt. Dass aber in der Eiweisshülle Membranen liegen, welche derartige verschiedene Lösungen zu

trennen wohl geeignet sind, ist bekannt, und dass diese Membranen selbst auf den Schnitten der coagulirten Eiweisshülle nicht zur Anschauung gelangen, ist dadurch bedingt, dass ihre lichtbrechende Kraft, wie ebenfalls bekannt, der der Eiweisslösung zu nahe steht.

Wenn ein gekochtes Ei in seiner Längsaxe oder in der Ebene der kürzesten Durchmesser getheilt wird und dann von den Schnittflächen im ganzen Umfang der Eiweisshülle Schnitte genommen werden, lässt sich die Schichtung durch das ganze Ei verfolgen. Auf diese Weise sind die Zeichnungen Taf. XVII. Fig. 31, 32 und theilweise auch 33 entstanden. Wie schon bei Erörterung der Faserhaut des Dotters erwähnt, folgen zunächst auf dieses Häutchen Membranen, welche flüssiges Eiweiss einschliessen müssen, denn es zeigt sich bei Schnitten des gekochten Eies hier eine geschichtete Eiweisslage, die in Taf. XVI. Fig. 29 *A* u. *B.* in grösserem Maassstabe wiedergegeben ist. Bei *g* der Fig. 31 und 32 konnte sie, wegen ihrer geringen Dicke nur angedeutet werden. Hierauf folgt ungeschichtetes, dünnflüssiges, nach der Coagulation undurchsichtiges und körniges Eiweiss. In diesem fluctuirt der Dotter frei und findet, wenigstens in der Richtung der kürzesten Durchmesser, einen Widerstand erst in den geschichteten Lagen. Dieses geht mit Bestimmtheit aus den verschiedenen Verhältnissen hervor, die je nach der Lage, in welcher sich das Ei während des Kochens befunden hat, eintreten. Das Ei nach welchem Fig. 32 gezeichnet ist, hat während des Kochens schräg gelegen. Der Dotter, specifisch leichter als das Weisse, ist also möglichst nach oben gestiegen, hat seitlich das flüssige structurlose Eiweiss verdrängt und sich mit der ihn umgebenden schwachen festen Schicht dicht an die festeren Zonen angelegt. Eben dasselbe ist bei dem in Taf. XVII. Fig. 33 gezeichneten Entenei, das während des Kochens auf der Seite gelegen hat, eingetreten, während das auf Taf. XVII. Fig. 31 gezeichnete Hühnerei, während des Kochens in möglichst senkrechter Stellung seiner Längsachse erhalten wurde, so dass der Dotter ziemlich im Gleichgewichte blieb und seitlich überall von der körnigen undurchsichtigen Schicht umgeben ist. Taf. XVI. Fig. 29 *B.* entspricht einem Schnitt, der von der mit α bezeichneten Seite der Taf. XVII. Fig. 32 entnommen wäre, Taf. XVI. Fig. 29 *A.* einem solchen durch die innersten Schichten der entgegengesetzten Seite. Taf. XVII. Fig. 31 zeigt in der körnigen structurlosen Schicht zwei gegeneinander überliegende Stellen, die ein durchsichtigeres theils marmorirtes Aussehen haben. Ob sie nur durch Unregelmässigkeiten während des Coagulirens entstanden sind, kann ich nicht sagen. An andern Eiern ist nichts ihnen entsprechendes gefunden. Auf Taf. XVII. Fig. 33 dagegen hat die dort mit *f.* bezeichnete Schicht

Hügel oder Auswüchse, die häufig und an sehr verschiedenen Stellen vorkommen. Auf Querschnitten erscheinen diese Auswüchse durch die Windungen der Schichten, aus welchen sie bestehen, unregelmässig geflammt und marmorirt. Was die geschichteten Zonen betrifft, so ist den Zeichnungen und dem schon über ihre Beschaffenheit Gesagten noch Folgendes hinzuzufügen. Vor allem muss hervorgehoben werden, dass sie keine Spirale, sondern annähernd concentrische Kreise bilden. Hiermit fällt die Meckel'sche Auffassung, dass das Eiweiss als eine zusammenhängende Schicht von dem Eileiter abgerollt werde. Die Zahl der hellen Zonen ist bei den Hühnereiern, die untersucht wurden, eine sehr verschiedene. So zeigt Taf. XVII. Fig. 31 nur fünf helle Zonen, Taf. XVI. Fig. 29 *B.* sechs, von denen die zwei äusseren schon weniger deutlich sind, Taf. XVII. Fig. 32 sieben, beim Entenei (Taf. XVII. Fig. 33) finden sich nur drei ganz helle Zonen, von einer breiteren aber schon zahlreiche Körnerschichten zeigenden umgeben. Es lässt sich beim Hühnerei überhaupt die Schichtung fast bis zur Peripherie, wenn auch mit abnehmender Deutlichkeit verfolgen (Taf. XVI. Fig. 29 *B.*). Beim Entenei dagegen ist die peripherische Schicht von der eigentlichen Zonenschicht bestimmter zu unterscheiden und erstere von vorwiegend körniger Beschaffenheit mit nur in Andeutungen zu beobachtender Schichtung. Bei einem Sperlingsei war das ganze Eiweiss auch nach dem Kochen viel durchsichtiger und eine Körnung ebenso wie bei dem künstlich concentrirten Hühnereiweiss nicht zu bemerken; desshalb sind auch die hier vorhandenen Zonen weniger deutlich hervortretend. Sie liegen näher an der Peripherie, so dass der Dotter seine Lage relativ stärker verändern kann. Ohne Zweifel werden hier bei den verschiedenen Vögeln die mannigfachsten Abweichungen vorkommen. Ich erinnere nur noch an die bekannte nach dem Kochen fast translucide Beschaffenheit der sehr compacten Eiweisshülle des Kiebitzeies.

Zu erwähnen ist noch, dass beim Hühnerei (Taf. XVII. Fig. 31.) die zwei inneren Zonen sich nicht vollständig geschlossen zeigen. Ob dies Abnormität oder eine wesentliche Structureigenschaft ist, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

Ueber das Weisse des schon mehrfach erwähnten Windeies vom Huhn kann nur bemerkt werden, dass dasselbe von abnorm dünnflüssiger Beschaffenheit ist, so dass es auch durch das Kochen nur eine geringe Festigkeit erlangte. Beim Einlegen in Spiritus sonderte es sich in zahlreiche concentrische Schichten, so dass Schnitte davon nicht zu ermöglichen waren.

Gegen die Eipole verlaufen beim Hühnerei wie der Längsschnitt desselben (Taf. XVII. Fig. 32.) zeigt, die Zonen nicht regelmässig, son-

dern lösen sich in ein Netz flacher Maschen auf. Dass man sich überhaupt die Schichtung der Eiweisshülle nicht als eine durch ganz scharf gesonderte Lagen bedingte vorzustellen hat, ergiebt schon Taf. XVI. Fig. 30 und das früher in dieser Beziehung gesagte.

Diese gemaschte oder netzförmige Structur tritt sehr charakteristisch an Schnitten durch gefrorenes Eiweiss hervor. Solche liegen in sehr zierlichen Präparaten von dem Polende eines Hühnereies vor, das, wie der Küchenausdruck lautet, nur pflaumenweich gekocht war. Taf. XVII. Fig. 34 ist nach einem solchen Schnitt gezeichnet. Leider konnte Verf. diese Untersuchungsmethode mit dem Aufhören des Winters nicht weiter verfolgen, nachdem sie mit vollständig hart gekochten Eiern missglückt war. Bei diesen hatten sich stärkere Eisschichten ausgesondert, welche die Anfertigung brauchbarer Schnitte hinderten und die Structur zu sehr zerstört hatten. Diese gemaschte Structur der Eiweisshülle würde übrigens sehr verständlich, wenn wirklich als nachgewiesen angenommen werden könnte, dass die dichteren parallel liegenden Membranen durch Fasernetze und Faserzüge verbunden sind.

Chalazen. Wenn auch dem Verf. bezüglich der Natur der sog. Chalazen sehr Vieles zweifelhaft geblieben ist, so muss er doch Einiges erwähnen, das die bisher geltenden Auffassungen wesentlich zu modificiren geeignet ist. Bei Taf. XVII. Fig. 32, wo nur die Chalaze des spitzen Pols zur Anschauung gelangt, weil bei der des anderen Pols der Schnitt dieselbe nur äusserlich berührt, ist erstere als ein zusammengedrücktes Knäuel und nicht als ein gestreckter Strang vorhanden. Dass dieses ihre normale Beschaffenheit ist, wird durch alle vorliegenden Präparate von gekochten Eiern bestätigt. Es wird ferner bestätigt, wenn man bei einem rohen Ei das Dotterhäutchen mit der anhängenden Chalaze in Wasser fallen lässt. Auch hier sieht man nur ein compactes, überall durch runde Contouren begrenztes und sich leicht von dem übrigen Eiweiss trennendes Knäuel. Durch Zerreissen der peripherischen Häutchen lässt sich allerdings aus der ganzen voluminösen Masse ein Strang hervorziehen und ausstrecken. Das ist aber ein Kunstproduct und entspricht der natürlichen Form der Chalaze nicht, welche sich am besten aus Schnitten durch das gekochte Eiweiss ergiebt. Ist aber die Chalaze ein zusammengewundenes Knäuel zahlreicher häutiger Schichten und ist ein merkbarer Zusammenhang zwischen diesen Membranen und den peripherischen Schichten der Eiweisshülle nicht vorhanden, so kann die Chalaze auch nicht, wie ihr beigemessen wird [1]), die Function erfüllen, den Dotter durch einen von ihr ausgehenden Zug

1) Leuckart a. a. O. p. 801.

in der Mitte des Eies zu erhalten oder wenigstens zu verhindern, dass er bis zur Schale emporsteigt. Es ist schon nachgewiesen, dass es die geschichteten Zonen der Eiweisshülle sind, die dieses zu verhindern genügen. Allerdings ist es sehr wahrscheinlich, dass die Chalazen einen elastischen Apparat darstellen, dessen Function aber nur dahin gehen kann, den Dotter durch den Gegendruck des elastischen Polsters, das der Chalazenknäuel bildet, von den Eipolen fern zu halten. So weit es sich um das für den Effect der Bebrütung, wie man ja auch annimmt, wesentlich nothwendige Aufsteigen des Dotters in der Richtung der kürzesten Durchmesser beim liegenden Ei handelt, können die elastischen Polster der Chalazen nur geeignet sein, die schon in dem geringeren specifischen Gewicht des Dotters begründete Tendenz desselben zum Aufsteigen zu verstärken und zu unterstützen.

Die Frage liegt nahe, ob und welche Functionen die Chalazen, ausser dieser rein mechanischen, für die Oekonomie der Eizelle haben? Ob sie z. B. für die Circulation der flüssigen Bestandtheile fördernd sein können, indem sie die Communication zwischen den verschiedenen Schichten erleichtern? Leider kann ich hier nur Fragezeichen stellen und überhaupt über die Structur der Chalazen nur noch Folgendes fragmentarisch mittheilen.

Es findet sich zunächst keine Hindeutung darauf, dass das Dotterfaserhäutchen in die Bildung der Chalazen eingeht, wenn auch ein positiver Gegenbeweis hier nicht geführt werden kann; dagegen ist es wohl unzweifelhaft, dass sie eine Fortsetzung desjenigen geschichteten Stratums sind, das die Dotterfaserhaut zunächst bedeckt. In der Umgebung der Basis der Chalaze zeigen sich auf diesem Stratum in verschiedenen Richtungen verlaufende Faserbündel, welche in die Chalaze selbst übergehen.

Was die Frage betrifft, ob die Chalaze einen bestimmt gesonderten Achsenstrang oder an dieser Stelle ein Lumen besitzt, so möchte ich sie in beiden Beziehungen verneinen. Es lässt sich allerdings aus der Chalaze eines hartgekochten Eies, namentlich dicht über der Basis ein compacter translucider Strang isoliren, dessen Textur aber doch auf die Entstehung aus aufgerollten Membranen hinweist. Dieses wird noch entschiedener bestätigt, wenn man aus der Chalaze eines rohen Eies den Achsentheil zu isoliren sucht. Man kann dann eine Membranschicht nach der andern ablösen, ohne zur Darstellung eines isolirten, bestimmt begrenzten Achsenstranges zu gelangen. Der auf diese Weise so weit als möglich isolirte Achsenstrang zertheilt sich unter starkem Druck des Deckglases in lauter gleichartige Fragmente von Membranen. Es wird also anzunehmen sein, dass die Achse der Chalaze nur aus

denselben, aber fester aufgerollten Membranen, als das ganze Gebilde besteht; unbeschadet dessen dass die Textur der in der Achse befindlichen Membranen oder die Beschaffenheit des flüssigen Eiweisses, das sie einschliessen, eine abweichende sein kann, denn es finden sich allerdings bei den mit Carmin gefärbten Schnitten durch das Chalazenknäuel von gekochten Eiern die Centren der einzelnen Stränge auffallend tiefer gefärbt.

Wenn ein aus dem rohen Ei isolirter Chalazenknäuel unverletzt unter mässigem Druck des Deckglases in Glycerin gelegt wird, lässt sich schon mit blossem Auge der scheinbare Achsenstrang als ein durchsichtigerer Streif verfolgen, nicht aber als eine und dieselbe zusammenhängende Linie durch sämmtliche Windungen des Knäuels. Es finden sich anscheinend Verzweigungen, was auch sehr erklärlich wird, wenn man daran festhält, dass der oder die Achsenstränge nur durch Aufrollung einer membranösen Masse entstanden sind. Ich neige sogar zu der Annahme, dass häufig schon von der Basis an zwei Centren für die Aufrollung bestehen können und daraus Stränge resultiren, die nicht eine einfache spirale Drehung zeigen, sondern das Bild zweier um sich selbst gewundener Stränge oder einer Flechte darbieten. Auch die allerdings ganz schematisirte Zeichnung, die Meckel a. a. O. von einem Chalazenstrang giebt, scheint ziemlich unzweideutig einer solchen Flechte und nicht einer einfachen Spirale zu entsprechen.

Die schematische Figur 35 (Taf. XVII.) wird geeignet sein, einen Ueberblick über die Bildung der Eihüllen in ihrer Gesammtheit zu gewähren.

Hiermit zum Schluss dieser Mittheilungen gelangt, kann sich Verf. nicht verhehlen, dass sie vielfach lückenhaft geblieben, obgleich der Arbeit die Mussestunden eines vollen Jahres gewidmet sind und ein Material von 216 conservirten Präparaten vorliegt. Auch bezüglich des Zurückgehens auf die ältere Literatur wird Manches mit Recht vermisst werden. Es kann sich aber derjenige, der in einem Centrum wissenschaftlicher Thätigkeit arbeitet und verkehrt, nur schwer ein Bild von den Schwierigkeiten machen, welche hier eine ländliche Isolirtheit entgegenstellt. Speciell sei erwähnt, dass schon von Melsens [1]), in wenn auch nicht so eingehender Weise, das Eiweiss als organisirt hingestellt sein soll. Eine nähere Kenntnissnahme von dieser Arbeit ist leider nicht

1) Nach einer erst während des Druckes erlangten Notiz wahrscheinlich in der »Note sur les matières albuminoïdes« (Extr. du. t. XVIII. d. Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique. 1852.)

möglich gewesen. Die ursprüngliche Absicht war hier nur, in Beziehung auf andere Untersuchungen zu einiger Klarheit darüber zu gelangen, ob wirklich die Beschaffenheit der Eihüllen die Ansicht rechtfertigt, nach welcher sie eine blos mechanische Apposition gewisser Secrete des Eileiters sein sollen, oder ob es nicht vielmehr geboten erscheint, zu der einfacheren Auffassung derselben, als einer weiteren Entwickelung der Zona pellucida überzugehen, so dass sie morphologisch als ein integrirender Bestandtheil der Eizelle zu betrachten sind, während sie allerdings stofflich selbstverständlicherweise auf Secrete des Eileiters zurückgeführt werden müssen.

Gerade in dieser Beziehung nun liegt allerdings die bedauerliche Lücke vor, dass die Entwickelungsgeschichte der Eihüllen nicht fortlaufend verfolgt wurde und aus Gründen, deren Anführung hier nicht am Orte sein würde, nicht verfolgt werden konnte. Hoffentlich werden diese Mittheilungen wenigstens dahin führen, dass diese Lücke durch Forscher, die solchen Arbeiten mehr Zeit widmen können, in befriedigender Weise ausgefüllt wird. Durch einige gelegentliche Beobachtungen, wie sie der Zufall darbieten kann, wird übrigens eine Frage von dieser Bedeutung nicht erledigt werden können. Einstweilen sei ein kurzer Rückblick auf dasjenige gestattet, was Verf. in der obenerwähnten Richtung als das Resultat seiner Arbeit betrachtet.

1. Mit dem Nachweis der zarten und complicirten Structurverhältnisse, welche die Eihüllen in allen Theilen darbieten, dürfte derjenigen Ansicht, welche sie als ein mechanisches Product des Eileiters betrachtet wissen wollte, der Boden entzogen sein. Der Befund stimmt nirgends mit der Meckel'schen und ähnlichen Theorieen. Es sind z. B. die Eiweissschichten nicht spiral, sondern concentrisch gelagert; es ist unrichtig, dass die centralen Schichten des Eiweisses die dichteren und die peripherischen die flüssigeren sind; das in allen Richtungen sich kreuzende Fasernetz der Schalenhaut konnte so auf mechanischem Wege nicht entstehen; für die Faserhaut des Dotters fehlt jede Erklärung; wie sie auch für die altbekannten Porencanäle der Schale nie versucht worden ist etc. etc. Ueberall stellen sich die Eihüllen als organisirte Gewebe dar.

2. Gegenüber der ältesten Auffassung, welcher sich auch Blasius anzuschliessen scheint, und welche von mechanischen Erklärungsversuchen abstrahirt und ohne sich auf das Wie einzulassen, die Eihüllen auf Secrete des Eileiters zurückführt, ist zunächst zu bemerken, dass sie, soweit es das Material zum Aufbau derselben betrifft, unbedenklich, ja selbstverständlich ist. Insoweit aber in ihr die Voraussetzung liegen sollte, dass formlose Secrete sich in der Art, wie wir es

in den Eihüllen finden, selbständig organisiren könnten, würde sie die Errungenschaften der neueren Histiologie seit Schwann ernstlich in Frage stellen, indem alsdann die Entstehung von Organismen ohne die Elementargebilde der Zellen acceptirt wäre. Werden die formlosen Secrete des Eileiters durch die formbildende Thätigkeit der Eizelle organisirt, so gehören sie auch von da ab zum Organismus dieser Zelle. Wer sie also nicht zu dieser rechnen will, muss annehmen, dass ihre Organisation von sich selbst aus erfolgen kann. Solche Fundamentalfragen nicht vorzeitig als erledigt zu betrachten, ist gewiss dem Geiste wahrer Wissenschaft entsprechend, aber man muss doch über die Consequenzen klar bleiben und wird es dann wohl nicht in Frage kommen können, dass Thesen von solcher axiomatischen Bedeutung wie sie die These: dass Organisation nur aus vorhandenen Zellen hervorgehen kann, für die neuere Histiologie erlangt hat, nicht mit blossen Suppositionen in Frage gestellt werden dürfen.

3. Gegen solche Suppositionen scheinen mir in diesem Falle die Thatsachen: dass der Einfluss des männlichen Thieres bei der Befruchtung sich bis auf die Beschaffenheit des Oberhäutchens der Eischale erstreckt; dass die Zona pellucida des Eierstockeies sich am gelegten Ei nicht mehr vorfindet und an ihre Stelle complicirtere Gebilde getreten sind, dass abnorme Schalen- und Eiweissbildung in Begleitung abnormer Dotterverhältnisse (Windei) vorkömmt, ein bedeutendes Gewicht in die Wagschale zu werfen.

4. Die schon früher erwähnte, von Kölliker verfolgte Entwickelungsgeschichte der Hüllen des Fischeies, die ja so manche Analogieen mit denen des Vogeleies darbieten, wird obige Argumente noch wesentlich verstärken. Hierbei sei noch die Bemerkung gestattet, dass, wenn Kölliker zu der Annahme zu neigen scheint, dass die Hüllen des Fischeies und die »Verdickungsschichten« anderer thierischer Zellen als Analoga der Verdickungsschichten gewisser Pflanzenzellen betrachtet werden könnten, dieses wenigstens für das Vogelei keine Anwendung finden darf. Die Porencanäle der Hülle des Fischeies in der Art zu erklären, dass eine gewisse schichtenweise Ablagerung von Secreten der Zelle an gewissen Puncten nicht stattgefunden hat, mag angehen; die verzweigten Porencanäle der Schale des Strausseneies lassen sich auf solche Weise nicht erklären, ebenso wenig die Faserhäute, die einen so wesentlichen Bestandtheil der Hüllen des Vogeleies bilden. Es fragt sich also, ob nun nicht aus der unbestreitbaren Analogie zwischen den verschiedenen Eizellen der umgekehrte Schluss dahin nahe liegt, dass bei den entwickelteren Hüllen thierischer Zellen doch

andere Bildungsgesetze zur Geltung gelangen, als bei den einfachen Verdickungsschichten der Pflanzenzellen?

Muss nun wirklich Eiweiss und Schale als zum Organismus der Zelle gehörig betrachtet werden, so wird der Bau derselben ein ganz besonderes Interesse in Anspruch nehmen, als ein Object, das die Complication ahnen lässt, die auch in der Organisation der einzelnen Zelle stattfinden kann. Mag diese Organisation bei anderen Zellen immerhin eine andere und einfachere als bei der Eizelle sein, so bleibt es doch ein eigenthümlicher Gedanke, dass wenn das Hühnerei von 105—85 Mm. Durchmesser nur die Dimensionen der grössten Ganglienzellen von 0,09 Mm. hätte, es einer tausendfachen Linearvergrösserung bedürfen würde, um uns dasselbe in derjenigen Grösse vorzuführen, als dies jetzt das unbewaffnete Auge thut. Wir würden also dann von der ganzen complicirten Structur der Eihüllen so gut wie Nichts erkennen können. Die Nutzanwendung auf jedes Absprechen über die intime Structur der kleinen und kleinsten Zellen liegt nahe.

Unter dem Gesichtspunct der Zugehörigkeit von Schale und Eiweiss zur Zelle, wird auch die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Gebilde, deren Isolirung, in Mengen die zur Analyse genügen, verhältnissmässig leicht ist, hoffentlich einer näheren Untersuchung werth gefunden werden. Was bis jetzt darüber vorliegt, ist sehr dürftig.

Während des Drucks hat sich die Gelegenheit zur Untersuchung noch zweier Windeier, von denen eins von einer Ente herrührte, geboten. Auch diese beiden enthielten Dotter, wenn auch in verschiedenen und der Kleinheit des Eies entsprechenden Graden der Verkümmerung. Somit dürfte nun die vielverbreitete Meinung von der Dotterlosigkeit der sog. Windeier noch entschiedener, als auf pag. 255 geschehen, als irrthümlich zu bezeichnen sein.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIII.

Fig. 1. Eierstocksei vom Huhn (von 35,5 und 28 Mm. Durchmesser) gekocht. Senkrechter Querschnitt durch die Kapsel in Glycerin. Syst. F. Oc. 1. $^{320}/_{1}$.
a Stroma des Ovariums, Theca folliculi und Reste der Membrana granulosa. Mit Schichten von Blutkörperchen oder Resten derselben,
b Dotterhäutchen (Zona pellucida),
c Dotterkugeln und Reste derselben.

Fig. 2. Dasselbe Object bei derselben Vergrösserung. Präparat mit Ammoniak-Carmin und Essigsäure behandelt. In essigsaurem Glycerin.
a Stroma des Ovarium,
b Bindegewebige Theca folliculi besteht bei jüngeren Follikeln aus kernhaltigem Bindegewebe. Bei den älteren ist sie vielfach von Blutschichten durchsetzt,
c Reste der Membrana granulosa. Fett enthaltend,
d Dotterhäutchen. Durch die Essigsäure stark gequollen, daher die Kräuselung und die Krümmung am Auslaufe des Schnittes,
e Dotterkugeln,
f Fetttröpfchen (Elemente der Dotterkugeln).

Fig. 3. Straussenei. Radialschliff durch Schale und Faserhaut in Canadabalsam. Beleuchtung von unten. 2 Linsen v. Syst. C. Oc. 1. $^{52,5}/_{1}$.

Fig. 4 *A*. Dasselbe. Sehr feiner Radialschliff durch die Schale in der Nähe der Faserhaut in Canadabalsam. Beleuchtung von unten. Syst. F. Oc. 1. $^{320}/_{1}$.
a, *b*, *c*, *d* sind durchsichtige Säulen, die sich auch auf den Tangentialschliffen zeigen. *a* und *b* erscheinen ganz durchsichtig. Bei *c* scheinen die körnigen Einlagerungen der nicht im Focus liegenden geschichteten Säulen matt durch. Bei *d* scheinen die dunkeln Bänder durchzugehen, weil die Focaldifferenz zu gering ist.

Fig. 4 *B*. Dasselbe. Insertion der Mammillen der Schale in das Faserhäutchen derselben. Nach einem ganz feinen Radialschliff in Canadabalsam. Beleuchtung von unten. Syst. D. Oc. 2. $^{200}/_{1}$.

Fig. 5. Dasselbe. Tangentialschliff durch die Knöpfe der Mammillen und theilweise durch die Faserhaut. Beleuchtung von unten. Syst. D. Oc. 2. $^{200}/_{1}$.
a, *a* sind die Lücken zwischen den Mammillen.

Fig. 6. Dasselbe. Aus demselben Schliff ebenso. Hier liegt die Schliffebene etwas höher über der Faserhaut. In der Zeichnung sind nur 4 Mammillen ausgeführt, bei den übrigen nur die Contouren angegeben und die undurchsichtigen Stellen angedeutet.
a ist das Lückensystem. Die Mammille *b* ist durch die Schliffebene an einer der Faserhaut näher liegenden Stelle getroffen als die Mammille *a*.

Tafel XIV.

Fig. 7. Straussenei. Aus demselben Schliff und ebenso wie Fig. 5 und 6 der Taf. XIII. Die Schliffebene liegt aber noch etwas höher über der Faserhaut als bei Fig. 6.
a Das Lückensystem. Die Contouren der einzelnen Mammillen sind hier nicht mehr vollständig zu verfolgen.

Fig. 8. Dasselbe. Von dem sehr feinen Rande desselben Schliffs. Die Schliffebene liegt hier noch etwas höher als bei Fig. 7, und ist die Vergrösserung eine stärkere. Syst. F. Oc. 1. $^{320}/_{1}$.

Fig. 9. Dasselbe. Aus demselben Schliff wie Fig. 5—7 und ebenso beobachtet. Die Schliffebene liegt hier noch höher als bei Fig. 7 und 8 und sind Contouren der Mammillen und Lücken nicht mehr nachzuweisen.

Fig. 10. Dasselbe. Zwei Gruppen von Luftcanälen aus einem Tangentialschliff durch die Schale ca. 1,66 Mm. unter der äusseren Fläche der Schale. Beleuchtung von unten. 2 Linsen vom Syst. C. Oc. 2. $^{66,75}/_{1}$.

Fig. 11 steht auf Taf. XV.

Fig. 12. Dasselbe. Ganz flacher Schliff von der Oberfläche der stark mit Carmin gefärbten Schale in Canadabalsam. Beleuchtung und Vergrösserung wie bei Fig. 10.

Bei *a* ist das System feiner Sprünge gezeichnet, welches das Oberhäutchen der Schale durchzieht. Bei *b*, wo die Schliffebene etwas tiefer liegt, sind die Sprünge nur noch in dem Hof, der die Mündungen der Luftcanäle umgiebt, vorhanden; sie sind aber dort nicht gezeichnet, um die Zeichnung nicht unnöthig zu compliciren.

Fig. 13 und 14 stehen auf Taf. XV.

Fig. 15. Puterei. Ganz flacher Tangentialschliff der stark mit Carmin gefärbten Schale in Canadabalsam von der äusseren Fläche aus betrachtet. Beleuchtung von unten. Syst. C. Oc. 3. $^{160}/_{1}$.

a a sind Stellen des Präparates, wo die äussere Schalenfläche abgeschliffen und dadurch die rothgefärbte Schicht entfernt ist. Diese Stellen erscheinen grau marmorirt, weil halbdurchsichtig.

b b Stellen des Präparates, die unterhalb der Schliffebene liegen und desshalb noch von der gerötheten Schicht bedeckt sind.

c und *d* Zwei Lumina von Porencanälen. Sie sind nach aussen durch die geröthete Schicht (Membran?) geschlossen, mit Ausnahme derjenigen Stellen, wo dieselbe ein System von Rissen zeigt. Diese Risse sind erst durch das Einlegen in heissen Canadabalsam entstanden. Das Lumen des Canals erscheint in den Rissen hell und farblos.

Tafel XV.

Fig. 11. (Vergl. Taf. XIV. Fig. 10 und 12). Straussenei. Flacher Tangentialschliff durch die Schale, unterhalb des Oberhäutchens durch zwei Gruppen von Luftcanälen, zwischen welchen einzelne Canäle liegen. Beleuchtung von unten. 2 Linsen v. Syst. C. Oc. 2. $^{66,75}/_{1}$.

Fig. 13. Straussenei. Die obersten Schichten der Schale (Oberhäutchen) nach einem ganz feinen Radialschliff der mit Carmin gefärbten Schale. In Canadabalsam. Beleuchtung von unten. Syst. F. Oc. 1. $^{320}/_{1}$.

a oberste leicht geröthete Schicht,

b zarte Grenzlinie des Oberhäutchens,

c c Haarrisse desselben,

d durch den Schliff verursachte und mit den Haarrissen zusammenhängende Spalten.

Fig. 14. Straussenei. Radialschliff durch die mit Carmin gefärbte Schale, der eine Gruppe von Porencanälen schneidet. In Canadabalsam. Beleuchtung von unten. 2 Linsen v. Syst. C. Oc. 2. $^{66,75}/_{1}$. Die Ausführung der Zeichnung ist nur skizzenhaft, da sie nur die Verhältnisse der Porencanäle zeigen soll.

a Oberhäutchen der Schale,

b, b. b, b, b, b Stellen des Präparates, wo die Porencanäle angeschliffen sind, ihr Lumen sich also durchsichtig zeigt,

c, c, c Theile der Porencanäle, die nicht angeschliffen sind, also durch die undurchsichtigen Schichten der Grundsubstanz nur mehr oder weniger deutlich durchscheinen.

c', c', c' Dergl. Canäle, deren obere Fortsetzung nicht sichtbar, weil sie von der Schliffebene abweicht,

d Reste der Faserhaut,

e Mündung der Gruppe, wo die hier stattgehabte starke Röthung durch die Carminfärbung mittelst eines dunklen Tons angedeutet ist.

Fig. 16. Puterei. Radialschliff durch Schale und Faserhaut. In Canadabalsam Beleuchtung von unten. 2 Linsen v. Syst. C. Oc. 1. $^{52,5}/_{1}$. Die Undeutlichkeit der Schichtung beruht vielleicht auf der Mangelhaftigkeit des Präparates.

Fig. 17 *A*. Hühnerei mit farblosem Oberhäutchen. Radialschliff wie Fig. 16 beob. u. gez.

Fig. 17 *B*. Hühnerei mit stark intensiv gelbem Oberhäutchen (Cochinchina-Kreuzung). Radialschliff wie Fig. 16 und 17 *A*. beob. u. gez. Der geringe Durchmesser der Faserhaut rührt wahrscheinlich daher, dass der Schliff ihre Schichten nicht vollständig enthält. Die Zeichnung giebt eine leichte, wenn auch schwächere Wellung der Oberfläche als bei Fig. 17 *A* nicht an, eine solche ist aber vorhanden.

Fig. 17 *C*. Windei vom Huhn. Durchmesser des Eies 25 u. 20,5 Mm. Radialschliff. Wie Fig. 16, 17 *A* u. *B* beob. u. gez.

Fig. 18. Mövenei. Radialschliff. Wie Fig. 16 u. 17 beob. u. gez. Die bei *a*, durchgehenden dunklen Schichten sind braunes Pigment.

Fig. 19. Ei von Alca troile. Ziemlich dicker Radialschliff durch die Schale in Canadabalsam. 2 Linsen v. Syst. C. Oc. 1. $^{52,5}/_{1}$. Beleuchtung von oben.

a Die undurchsichtige, also hier weiss erscheinende Schale,
bb Dunkelbraune Pigmentschicht der Oberfläche im Querschnitt,
cc Dieselbe in der Flächenansicht,
d Pigmentirter Porencanal,
ee Horizontale Schichten von braunem Pigment. Sie sind nach einem anderen Präparat der Zeichnung hinzugefügt.
ff Durchsichtige, also dunkler erscheinende Schichten der Schale,
gg Die ebenfalls durchsichtigen Enden der Mammillen,
h Faserhaut.

Tafel XVI.

Fig. 20. Ei von Alca troile. Querschnitte von zwei pigmentirten Porencanälen aus einem Tangentialschliff durch die äusseren Schichten der Schale in Canadabalsam. Beleuchtung von unten. Syst. D. Oc. 2. $^{200}/_{1}$. Der dunkelste Ton bezeichnet die tief rothbraunen Pigmentmassen. Die umgebende Schale erscheint als halbdurchsichtig, grau marmorirt.

Fig. 21. Schwanei. Radialschliff durch Schale und Faserhaut in Canadabalsam. Beleuchtung von unten. 2 Linsen v. Syst. C. Oc. 1. $^{52,5}/_{1}$.

Fig. 22 *A*. Hühnerei. Radialschliff durch einen abnormen, ringförmigen Wulst am spitzen Eipol, in Canadabalsam. Beleucht. v. u. Syst. A. Oc. 1. $^{41,25}/_{1}$.

a Faserhaut, welche den inneren Raum des Wulstes von dem übrigen Ei abschliesst. Der hierdurch gebildete Hohlraum ist mit Eiweisschichten gefüllt, welche in den Präparat zusammengeschrumpft sind. Andere Präparate zeigen, dass dieser Hohlraum auch gegen die Schale mit einem Faserhäutchen bekleidet ist.
b durchsichtigere Einschlüsse der Schale, welche bei:

Fig. 22 *B*. in grösserem Maassstab wiedergegeben sind. Syst. F. Oc. 1. $^{320}/_{1}$.

Fig. 23. Tangentialschliff durch die durchsichtigere Schicht bei *b* von Fig. 22 *A*. In Canadabalsam. Beleuchtung von unten. Syst. D. Oc. 2. $^{200}/_{1}$.

In der Richtung von *a* verläuft der Schliff gegen die Oberfläche der Schale. Auf dieser Seite desselben stehen die aus dem Querschnitt der helleren Einschlüsse entstehenden Scheiben einzeln oder paarweise. In der Richtung von *b* senkt sich die Schliffebene tiefer in die Schale und bilden deshalb hier die hellen Scheiben eine gedrängte Masse.

Fig. 24 *A*, *B* u. *C*. Schwanei. Fragmente von Mammillen aus der mit Chromsäure entkalkten und zerzupften Schale. Präparate in Glycerin. Syst. F. Oc. 1. $^{320}/_{1}$.

An *A* hängen noch 2 Faden der Faserhaut. *B* ist wohl die Basis einer Mammille wie sie bei *A* an derselben befindlich ist. Die runden Einschlüsse, welche namentlich *A* und *B* zeigen, sind Hohlräume durch die Kohlensäureentwickelung entstanden.

Fig. 25 *A*. Hühnerei. Segment einer ganz dünnen Lamelle der Faserhaut der Schale. Nach Behandlung mit Essigsäure in essigs. Glycerin. Syst. D. Oc. 3. $^{350}/_{1}$.

Fig. 25 *B*. Dasselbe. Einzelne Fasern vom Rande einer Lamelle der Faserhaut. Syst. F. Oc. 2. $^{401}/_{1}$.

Fig. 26 *A* u. *B*. Faserhäutchen des Dotters von einem rohen Hühnerei. Optische Querschnitte auf Falten des in Glycerin befindlichen Häutchens beobachtet. Syst. F. Oc. 2. $^{401}/_{1}$.

Die Buchstaben *a* und *i* bezeichnen die äussere und die innere Fläche des Häutchens, so dass sich bei *A* die äussere, das Eiweiss und bei *B* die innere, den Dotter begrenzende Schicht auf der Aussenseite der Falte befinden.

Fig. 27 *A*. *B*. *C*. Dasselbe Häutchen von einem weichgekochten Hühnerei. Sonst wie Fig. 27.

Bei *A* liegt, wie auch hier durch die Buchstaben *i* und *a* bezeichnet wird, die innere den Dotter begrenzende Schicht auf der Aussenseite der Falte, bei *B* und *C* die äussere das Eiweiss begrenzende.

Bei *B* ist die Flächenansicht des im optischen Querschnitt punctirt erscheinenden eigentlichen Faserhäutchens bei derjenigen Einstellung des Focus, wo die Fasern hell erscheinen, gezeichnet, es giebt aber die Zeichnung die netzförmige Kreuzung der Fasern nicht deutlich genug wieder.

Bei *C* ist die Flächenansicht des Fasernetzes bei derjenigen Einstellung des Focus gezeichnet, wo die Faserzüge dunkel erscheinen.

Fig. 28 *A*. Hühnerei. Zarte Fasernetze aus den mit Wasser dialysirten Häutchen des rohen Eiweisses. In Wasser beob. Syst. F. Oc. 2. $^{401}/_{1}$.

a sind durch Faltung der Häutchen entstandene stärkere Contouren.

Fig. 28 *B*. Spirale Faser aus mit Wasser dialysirtem rohen Hühner-Eiweiss. Zwischen den Membranen desselben beobachtet. Präparat in verdünntem Glycerin Syst. F. Oc. 2. $^{401}/_{1}$.

Fig. 29 *A*. Hartgekochtes Hühnereiweiss. Querschnitt von der den Dotter begrenzenden Schicht in der Ebene der kürzesten Eidurchmesser in Glycerin halbschematisch. Syst. D. Oc. 1. $^{159}/_{1}$.

a Faserhäutchen des Dotters,
b innerste geschichtete und durchsichtige Eiweisslage,
c körnige, wenig durchsichtige Eiweissschicht.

Fig. 29 *B*. Hartgekochtes Hühnereiweiss. Querschnitt durch das ganze Eiweiss in der Ebene der kürzesten Eidurchmesser. In Glycerin. Syst. C. Oc. 1. $^{73,5}/_{1}$.

a u. *b*. wie vorstehend.

Die körnige Schicht fehlt hier (vergl. Fig. 32 bei *a*.

Fig. 30. Hartgekochtes Hühnereiweiss. Aus einem dünnen Schnitt in der Ebene der Längsaxe. Mit Carmin gefärbt, in Glycerin. Syst. F. Oc. 1. $^{320}/_{1}$.

Tafel XVII.

Fig. 31. Durchschnitt eines hartgekochten Hühnereies in der Ebene der kürzesten Durchmesser. Halbschematisch nach den einzelnen Schnitten und dem Effect bei durchfallendem Licht gezeichnet. Maassstab: $^{2}/_{1}$. Für die Bedeutung der Buchstaben vergl. Fig. 32.

Fig. 32. Durchschnitt eines zweiten Hühnereies in der Richtung der Längsaxe. Sonst wie Fig. 31.

a Schale,
bb Faserhaut der Schale,
c Luftraum,
d geschichtetes Eiweiss,
e dünnflüssiges, structurloses Eiweiss, in welchem der Dotter fluctuirt,
f Knäuel der Chalaze,
g geschichtetes Eiweiss zwischen Membranen, das unmittelbar über der Faserhaut des Dotters liegt.

Fig. 33. Durchschnitt eines hartgekochten Enteneies in der Ebene der kürzesten Durchmesser. Sonst wie Fig. 31. und 32.
a Schale und Faserhaut derselben,
b äusserste Eiweissschicht. Hier ziemlich undurchsichtig und meis körnig, doch aber noch mit Andeutungen von Schichtung,
c geschichtetes Eiweiss,
d dünnflüssiges, structurloses Eiweiss, in welchem der Dotter fluctuirt
e membranöse Hügelbildungen auf:
f dem geschichteten, dickflüssigem Stratum, das unmittelbar auf den Faserhäutchen des Dotters liegt,
g Luftraum. Artefact, durch die Contraction des Dotters und der Eiweisshüllen beim Kochen entstanden.

Fig. 34. Hühnerei. Aus einem Radialschnitt durch weichgekochtes und dann gefrorenes Eiweiss vom Pol des Eies. Das Präparat ist nach Behandlung mit Wasser in Glycerin gelegt. Syst. A. Oc. 2. $^{51,25}/_{1}$.
a a Grössere Hohlräume durchschnitten,
b b b Kleinere Höhlräume, welche der Schnitt nicht geöffnet hat.

Fig. 35. Hühnerei. Schematische Darstellung des Schnittes in der Richtung der kürzesten Durchmesser. Giebt ein Resümé der Hauptresultate der Untersuchung. Vergr. ca. $^{20}/_{1}$.
a Oberhäutchen der Kalkschale,
b Kalkschale mit den abwechselnd mehr oder weniger durchsichtigen Schichten (— durch körnige Einlagerungen —). Sie ist von Porencanälen durchbohrt, die mit den Lufträumen communiciren, welche zwischen den von der Kalkschale aus in die Faserhaut eindringenden Mammillen bleiben.
c Faserhaut. Aus parallelen Schichten sich kreuzender Fasern bestehend. Gegen das Eiweiss durch:
d homogene Schicht begrenzt,
e—*h* Eiweiss. Die in gekochtem Zustande durchsichtigen Lagen
h, h, h, h, h bestehen aus sehr concentrirtem Eiweiss. Die undurchsichtigeren Schichten *e, f, g* sind wasserhaltiger. Ihre Undurchsichtigkeit rührt von der körnigen Beschaffenheit her, welche sie bei der Coagulation annehmen.
Bei *f, f, f, f, f* sind diese körnigen Massen deutlich concentrisch geschichtet. Bei *g* ist keine Schichtung. In dieser letzten Schicht fluctuirt der Dotter ohne Hinderniss.
e zeigt beim Hühnerei keine deutliche Körnung, wohl aber beim Entenei,
i ist ein zartes Faserhäutchen, ähnlich wie *c*, aber weit feiner. Es scheint gegen den Dotter noch durch eine ganz zarte homogene Membran begrenzt zu sein.
k äusserste Schicht des Dotters, dessen kuglige Elementartheile nur angedeutet sind.

Fig. 1.

Fig. 2.

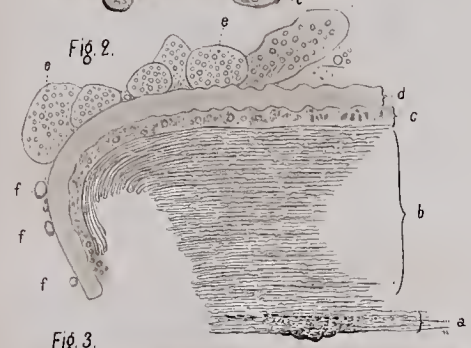


Fig. 3.

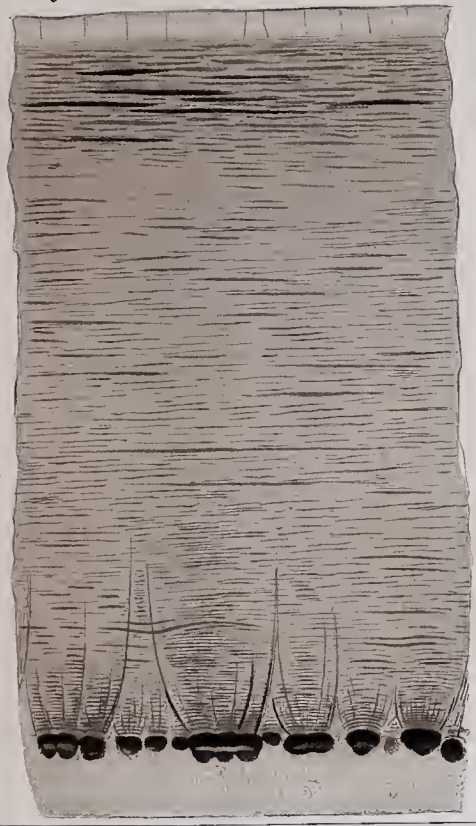


Fig. 4. A

Fig. 6.

Fig. 4. B.

Fig. 5.

Lith Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Fig. 7.

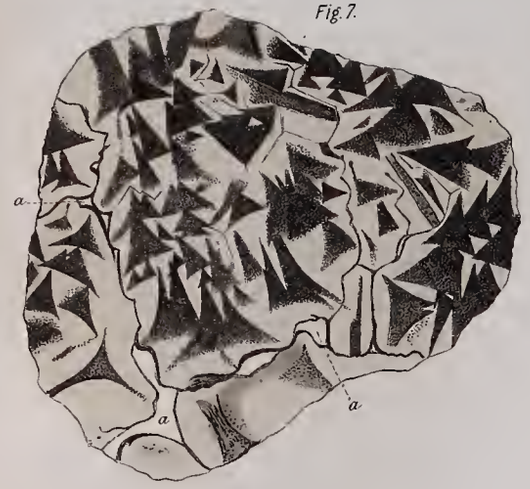


Fig. 12.

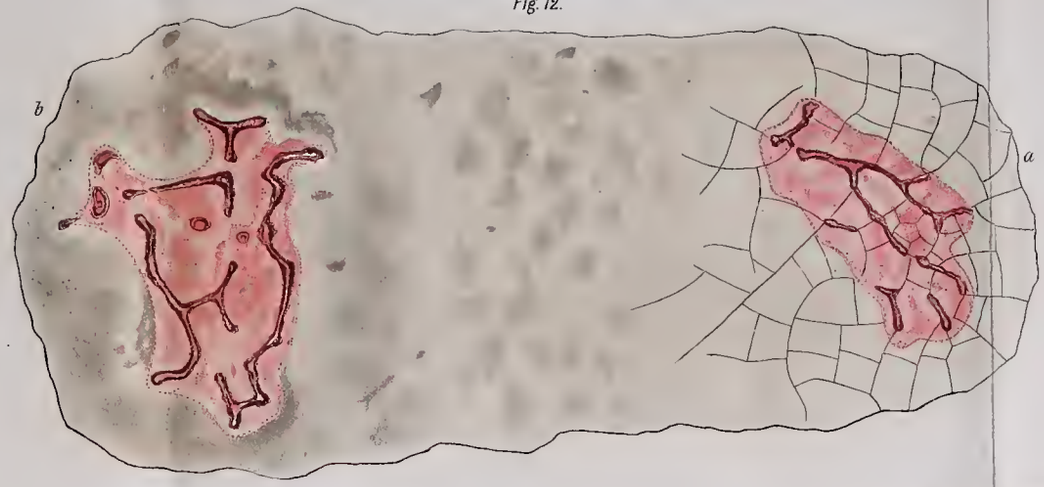


Fig. 8.

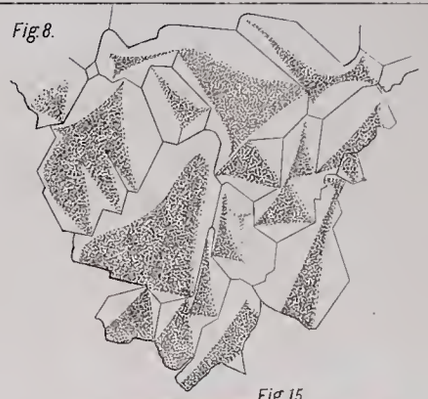
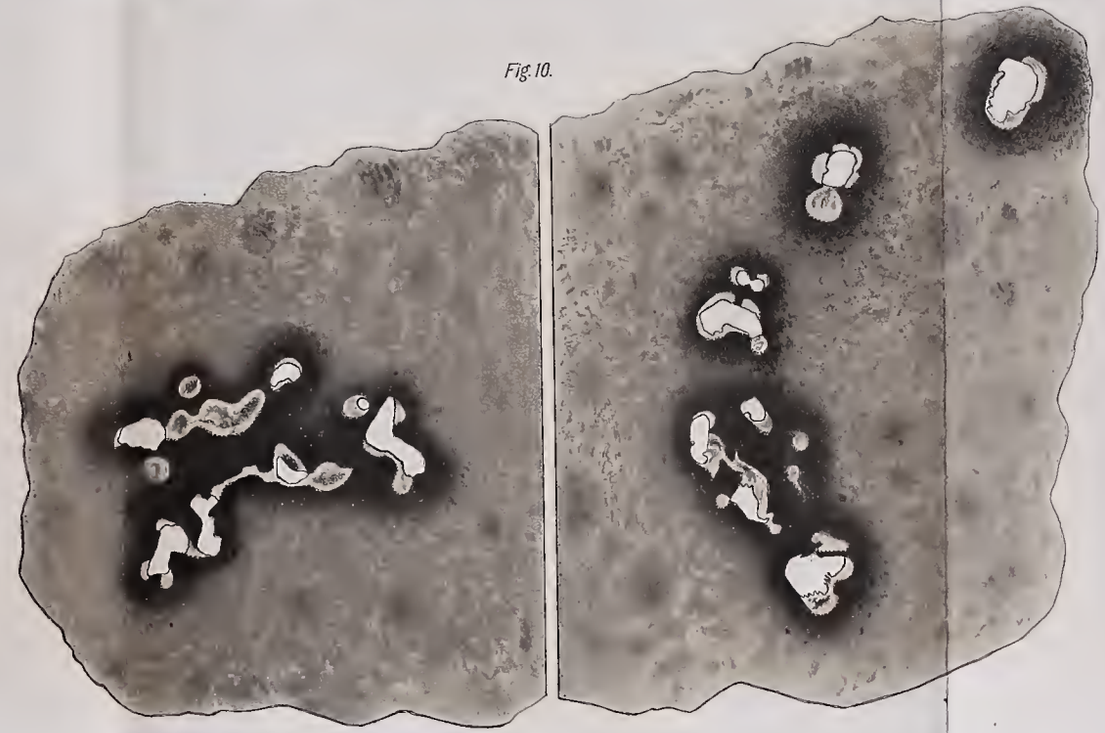


Fig. 15

Fig. 9.

Fig. 10.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Fig. 13.

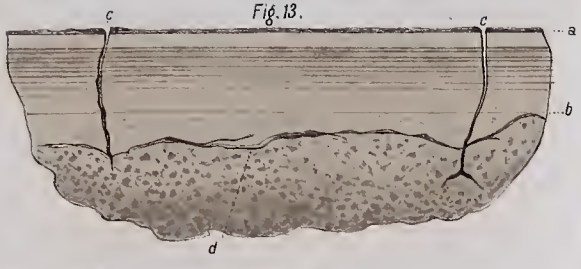


Fig. 19.

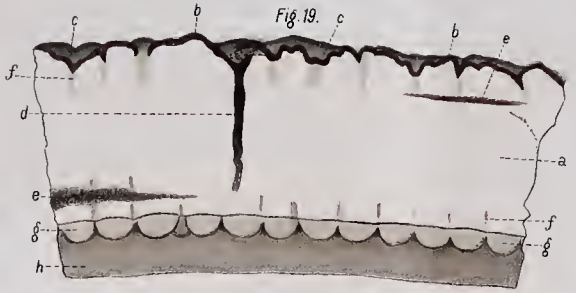


Fig. 14.

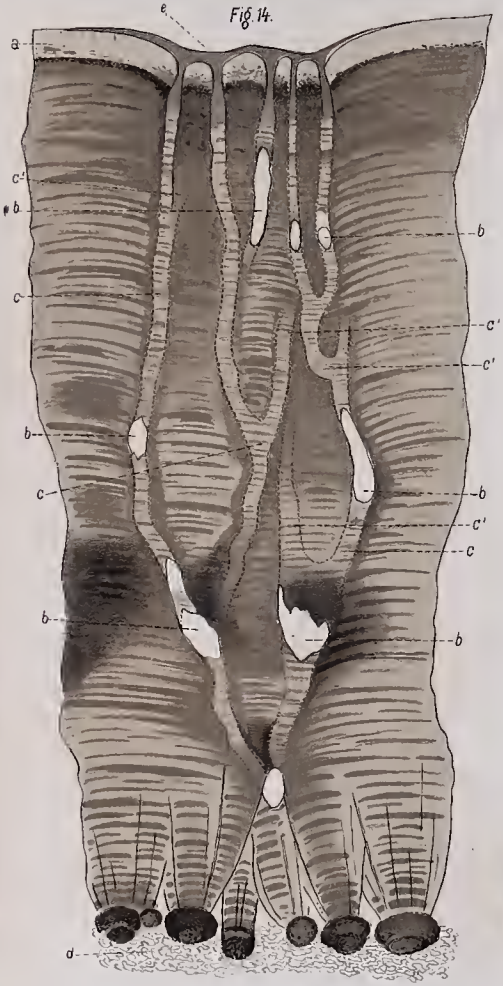


Fig. 11.

Fig. 16.

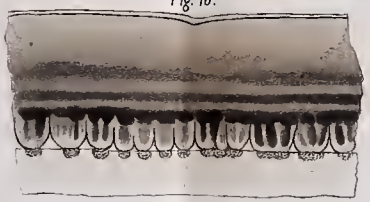


Fig. 18.

Fig. 17. A.

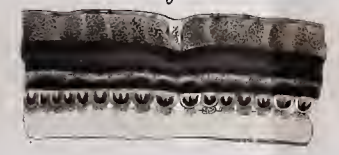


Fig. 17. B.

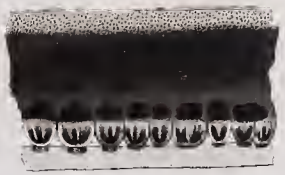


Fig. 17. C.

Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig.

Fig. 20.

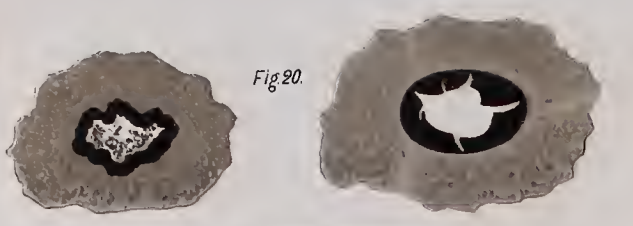


Fig. 22 A.

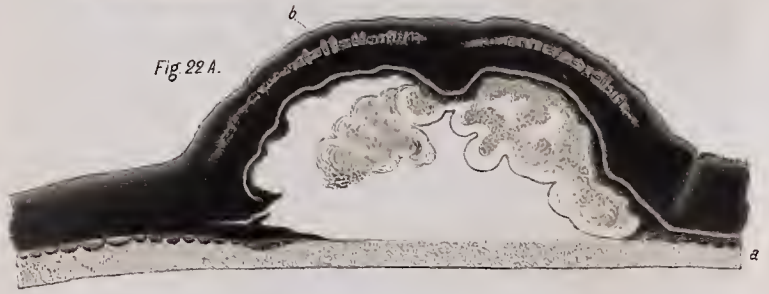


Fig. 23.

Fig. 24 A.

Fig. 24 B.

Fig. 24 C.

Fig. 21.

Fig. 22 B.

Fig. 25 A.

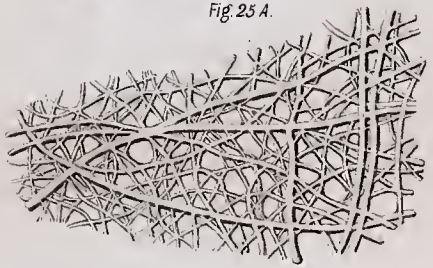


Fig. 25 B.

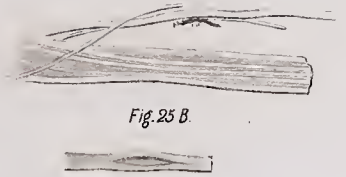


Fig. 26 A.

Fig. 26 B.

Fig. 28 A.

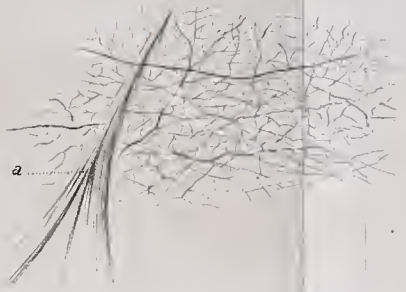


Fig. 28 B.

Fig. 27 A.

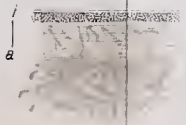


Fig. 27 B.

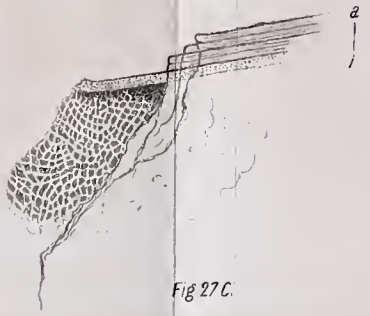
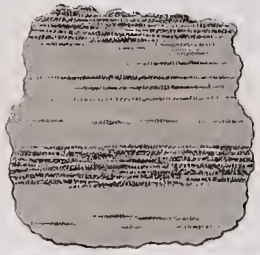


Fig. 27 C.

Fig. 29 A.

Fig. 29 B.

Fig. 30.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Fig. 31.

Fig. 32.

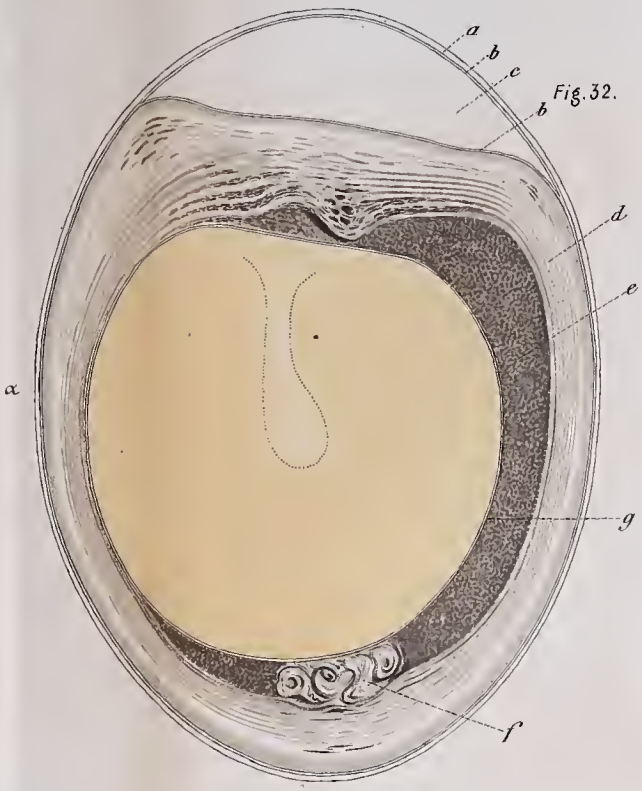


Fig. 35.

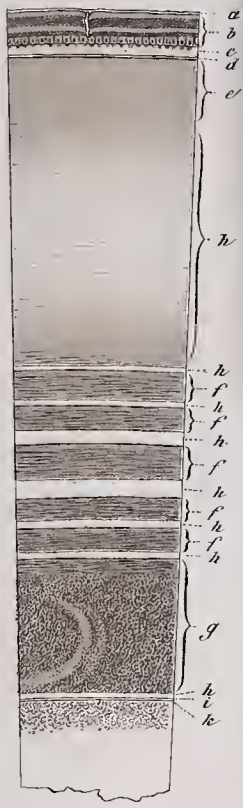
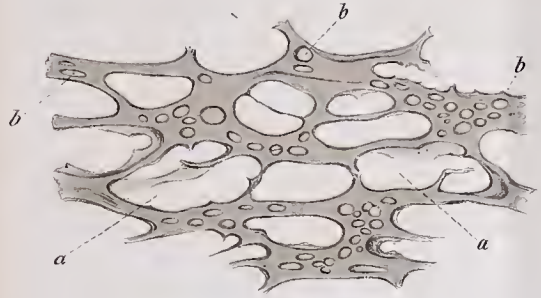


Fig. 33.

Fig. 34.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig